

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

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ**

Материалы всероссийской научно-технической
конференции

(г. Пермь, 15 мая 2015 г.)

Издательство
Пермского национального исследовательского
политехнического университета
2015

Конференция инициирована Ученым советом электротехнического факультета Пермского национального исследовательского политехнического университета и ориентирована на публичную апробацию результатов научно-исследовательских работ молодых ученых, аспирантов и студентов по аспектам научных исследований электротехнического профиля.

Конференция проводится по пяти секциям: «Информационные технологии и автоматизированные системы», «Автоматизация технологических процессов и производств», «Электротехника и энергетика», «Телекоммуникации», «Информационная безопасность».

Публикуемые результаты исследований могут быть интересны широкому кругу специалистов в области автоматизации и проектирования современных систем автоматизации и управления, информационных технологий, математического моделирования технологических процессов, систем преобразования и обработки информации.

Редакционная коллегия:

А.М. Костыгов, профессор, канд. техн. наук;

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

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

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

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

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

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

Рецензент:

д-р техн. наук, профессор, советник генерального

директора ФПК «Пермский пороховой завод» *В.Н. Аликин*

Секция I
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
И АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Студентка гр. ПЭ-14-08м М.А. Загрунная

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *Е.А. Юронен*
Сибирский федеральный университет. Институт управления
бизнес-процессами и экономики, г. Красноярск

Угольная составляющая представляет собой важную часть энергетической стратегии России. Наша страна является угольной державой, одним из мировых лидеров его добычи. Российская Федерация занимает второе место по запасам и пятое место по объему добычи угля (более 320 млн т в год).

В отличие от других видов энергоносителей уголь широко распространен по всей территории страны, хотя основная часть его запасов располагается в Центральной Сибири. Среди энергоносителей уголь конкурирует с газом, хотя для таких регионов, как Камчатка и Курилы, трудно переоценить его значение. Основными потребителями угля являются ЖКХ, металлургическая промышленность и население. К сожалению, темпы потребления по сравнению с темпами добычи угля снижаются.

Успех любого угольного предприятия напрямую зависит от регулярных и успешных инноваций. Основная задача инновационного развития угольной отрасли должна быть ориентирована на область информационных технологий.

На современном этапе в России по-разному используют информационные технологии в различных сферах экономики. С наибольшей отдачей и эффективностью информационные технологии используются в сфере торговли и услуг, а в сфере материального производства эти технологии используются меньше.

Вопросы внедрения и применения информационных технологий в угольной промышленности недостаточно освещены в отечественной специализированной литературе. Примеров успешного внедрения комплексных решений автоматизации деятельности предприятий в данной стратегически важной отрасли экономики страны немного. При этом особо важным моментом является организация управленческого учета и информационной системы предприятия.

Проанализировав некоторые исследования в данной отрасли, формирование учетной информации и скорость принятия управленческих решений на предприятиях угольной отрасли не соответствуют новым требованиям организации управления в условиях рыночной экономики. Отсутствует методика по использованию программного обеспечения для решения конкретных экономических задач в данном стратегическом секторе.

Это затрудняет внедрение комплексной информатизации управления на данных предприятиях. Также отсутствуют критерии выбора оценки эффективности применения информационных технологий. На данный момент системы обработки учетной и управленческой информации на большинстве предприятий не позволяют управленческому персоналу получать оперативные и достоверные данные о работе предприятия.

Рассмотрим особенности и условия внедрения информационных технологий в угольной отрасли. Предлагается следующая система оплаты информационной системы. На первом этапе предприятие оплачивает только труд специалистов по установке и настройке информационной системы, но не несет расходов на ее покупку, т.е. если система не приживется или не принесет никакой пользы, то деньги не будут «выброшены» на покупку системы. Риск покупки системы для принятия сведется к нулю. Если система будет нормально функционировать, то в дальнейшем оплата будет производиться как определенный процент от приносимого результата.

В настоящее время во всем мире значительно возрос интерес к применению специализированных программных продуктов, разрабатываемых для создания и использования компьютерных моделей. В стремлении обеспечить устойчивое экономическое положение в условиях обострения жесткой конкурентной борьбы и за привлечение бюджетных средств наиболее дальновидные компании уделяют все больше внимания разработке и внедрению современных компьютерных систем моделирования.

Используемые на угольных предприятиях системы управления производством позволяют осуществлять контроль за состоянием и распределением ресурсов, диспетчеризацию производства, управление документами, сбор и хранение данных о технологических процессах. Однако указанных возможностей недостаточно для принятия эффективных управленческих решений. В связи с этим

возникает необходимость разработки единой модели производства, позволяющей осуществлять комплексный анализ и прогноз развития предприятия, позволяя при этом оценить возможные риски реализации тех или иных проектов, а также их взаимное влияние. Разработка единой аналитической модели производства на современном этапе развития науки остается неразрешимой задачей, что в совокупности со стремительным прогрессом информационных технологий создает предпосылки к широкому применению средств имитационного моделирования в решении управленческих задач. Поэтому разработка эффективной и гибкой имитационной модели производственных процессов промышленного предприятия является чрезвычайно актуальной задачей.

Исходя из данных, которые представлены выше, можно сделать вывод, что угольная отрасль формирует единую систему, которая имеет вероятностный характер поведения, и поэтому адекватное описание процессов, происходящих в них, с помощью аналитических моделей затруднительно. Альтернативой аналитическим методам служат методы компьютерного имитационного моделирования.

Идея имитационного моделирования заключается в том, что вместо аналитического описания взаимосвязей между входами, состояниями и выходами исследуемой системы строят алгоритм, отображающий динамику процессов внутри нее, а затем в результате многократного компьютерного «проигрывания» модели на выходе получают значения показателей эффективности функционирования системы за рассматриваемый временной период. Таким образом, исходная информация преобразуется в выходную. По результатам анализа выходных данных моделирования могут быть сделаны качественные выводы, касающиеся структуры исследуемой системы, ее динамики развития, устойчивости и т.д., а также количественные выводы, в основном объясняющие прошлые значения переменных, характеризующих систему, или носящие характер прогноза некоторых показателей в будущем. Существенным отличием имитационных моделей от других видов является учет вероятностного характера, неопределенности процессов и явлений окружающего мира и ориентация на получение результатов с принятием во внимание этих неопределенностей и обусловливаемых ими рисков. С помощью имитационного моделирования можно реализовать практически любой алгоритм поведения системы или управленческой деятельности. Причем данный вид моделирования позволяет

рассмотреть процессы, происходящие в системе, на любом уровне детализации. Имитационная модель выступает как удобный инструмент решения задач типа «что, если...».

Чтобы лучше понять, как работают пакеты имитационного моделирования, рассмотрим в качестве примера центр обслуживания, подобный тому, который функционирует в банке, справочной службе или на предприятии по ремонту автомобилей. Целью менеджера является снижение затрат путем уменьшения до минимума количества обслуживающего персонала – кассиров банка, операторов телефона или автомобильных механиков, причем время, потраченное клиентами на ожидание, должно быть как можно меньше. Чтобы добиться этого, менеджеру необходимо получить от модели следующую информацию:

- количество обслуживающего персонала;
- число клиентов в очереди на обслуживание;
- время ожидания.

Для моделирования процесса обслуживания клиентов, прежде всего, требуется, чтобы специалист, создающий модель, с помощью определенной среды разработки, входящей в данное средство моделирования, построил диаграмму системы, через которую будет проходить поток входных данных. В центре обслуживания входными данными являются число клиентов, чьи нужды следует удовлетворить, частота их появления в центре, количество обслуживающего персонала и время, потраченное служащим на одного клиента. Частота появления клиентов вводится в один блок модели, а количество обслуживающего персонала и время обслуживания клиента – в другой. В ходе исполнения модели клиенты переходят из блока в блок со скоростью, соответствующей времени обслуживания.

Завершив построение модели, разработчик может определить зависимость между числом клиентов, обратившихся за обслуживанием, и временем ожидания в очереди, а также выяснить, сколько клиентов оказались необслуженными. Затем полученную информацию можно сопоставить с требованиями, предъявляемыми к данному центру обслуживания, и допустимыми ограничениями, а затем в интерактивном режиме ввести некоторые изменения, например, увеличить количество обслуживающего персонала и снова запустить модель на исполнение и так далее до получения удовлетворительного результата.

Существуют два подхода к имитационному моделированию – статический и динамический. Статические модели представляют собой системы уравнений, которые решаются один раз. Динамические модели включают в себя еще одну переменную – время. Математические расчеты параметров бизнес-процессов выполняются на различных временных интервалах, позволяя тем самым разработчику модели исследовать развитие системы во времени. Поскольку большинство бизнес-процессов на угольном предприятии зависит от времени, рассмотрим только те пакеты, которые обеспечивают проведение динамического моделирования.

В свою очередь, динамические модели бывают двух типов: непрерывные и дискретные. В непрерывных моделях время изменяется линейно, а процесс – в непосредственной зависимости от времени. В дискретных моделях переменными являются события и временные интервалы. При помощи таких моделей существует возможность оценивать производительность компьютера или управлять складскими запасами, например на угольном складе. Наиболее популярными являются следующие пакеты имитационного моделирования:

- Process Charter 1.0.2 компании Scitor;
- Powersim 2.01 фирмы Modell Data AS;
- Ithink 3.0.61 производства High Performance Systems;
- Extend+BPR 3.1 компании Imagine That!;
- Pilgrim производства МЭСИ, Россия;
- Vensim фирмы Ventana Systems.

Эти продукты более всего различаются стилем моделирования, т.е. средой, посредством которой создаются модели. В пакете Process Charter модель строится с помощью блок-схемы. Powersim и Ithink используют систему обозначений Systems Dynamics, предложенную в 1961 г. Джейм Форрестером (Jay Forrester) из Массачусетского технологического института. И, наконец, Extend применяет компоновочные блоки. Все продукты, кроме Process Charter, позволяют проводить анализ чувствительности, т.е. многократно исполнять модель с различными входными параметрами, чтобы сравнить результаты нескольких прогонов.

Особенно хотелось бы отметить пакет Pilgrim, который рекомендуется использовать для имитационного моделирования бизнес-процессов предприятий угольной отрасли, так как данный пакет под-

держивает дискретно-непрерывное моделирование и имеет ряд достоинств:

- свойство коллективного управления процессом моделирования;
- невысокую стоимость;
- наличие интерфейсов с базами данных;
- создание пользовательских блоков с помощью языка программирования C++.

После проведения анализа предметной области и изучения вопроса, связанного с моделированием бизнес-процессов, можно сделать вывод, что на предприятиях угольной отрасли необходимо строить модели управления производством. Но так как данный стратегический сегмент формирует единую систему, которая имеет вероятностный характер поведения, и аналитические модели будут малоэффективны, в качестве альтернативы предлагаются методы компьютерного имитационного моделирования. Для построения модели управленческого процесса предлагаются программный продукт Pilgrim, основное достоинство которого заключается в том, что он позволяет проводить многоуровневую (т.е. многослойную) иерархическую декомпозицию глобального процесса, разлагая его на составляющие компоненты (проводить структурный системный анализ), что является основополагающим в таком стратегически важном сегменте, как угольная отрасль. Существует возможность представлять каждый уровень структурной детализации в виде графического слоя и автоматически генерировать программный текст модели. Данные критерии удовлетворяют потребности выбранного сегмента.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИХ РОЛЬ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ СЕГМЕНТА ТОРГОВЛИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКОЙ

Студентка гр. ПЭ-14-08м Е.С. Хохрякова

Научный руководитель – канд. геол.-минерал. наук *А.В. Федорова*
Сибирский федеральный университет. Институт управления
бизнес-процессами и экономики, г. Красноярск

Сельскохозяйственная техника (далее – сельхозтехника) – это широкое разнообразие машин, технических средств и агрегатов, которые предназначены для повышения производительности труда в сфере сельского хозяйства посредством автоматизации и механизации отдельных технологических процессов и операций. Часто термин «сельскохозяйственная техника» идентичен обозначению «машинно-тракторный парк» (МТП). В состав МТП входят следующие основные группы техники:

- тракторы (самоходные шасси);
- агрегируемые с ними сельскохозяйственные машины (пружи, сеялки, бороны, культиваторы, косилки, различные уборочные самоходные машины и другие);
- самостоятельно работающие уборочные машины;
- стационарные машины с индивидуальным или групповым приводом рабочих органов;
- транспортные машины.

Использование какого-либо из данных агрегатов напрямую зависит от типа работ, а также зачастую от сезона, во время которого они производятся.

С появлением столь большого разнообразия технических агрегатов эффективность и производительность труда в сельском хозяйстве значительно возросли, и немаловажную роль в этом сыграла сельхозтехника. В связи с расширенной номенклатурой сельскохозяйственной техники возникает необходимость обеспечения этой техники различными дополнительными элементами, запчастями, которые помогут сделать процесс ухода за сельскохозяйственными культурами и сбор урожая еще более удобными, быстрыми и продуктивными. Без качественных и нужных запчастей выполнение любых сельскохозяйственных работ просто невозможно, поэтому в настоящее время продажа запчастей к сельскохозяйственной технике является одним из наиболее актуальных видов бизнеса [1].

Снабжение сельскохозяйственных предприятий запчастями – очень трудоемкий процесс, обусловленный удаленностью предприятий от центров снабжения запчастями, громадной номенклатурой сельскохозяйственных агрегатов и еще более широким перечнем запчастей к ним, а также это связано с сезоном. Потребителями сельскохозяйственной техники являются крупнейшие фермерские хозяйства, различные частные фирмы, а также физические лица.

Большинство предприятий, реализующих запчасти к сельскохозяйственной технике в России, занимаются оптовой продажей, а не розничной. Главной целью реструктуризации оптовой торговли предприятий является последовательное увеличение своей доли на потребительском рынке, осуществление закупок товаров по наиболее низким ценам и сокращение расходов на продажу, чтобы товары были конкурентоспособны. На сегодняшний день развитие оптовой торговли в сегменте сельскохозяйственной техники сдерживается недостатком собственных оборотных средств и низкой платежеспособностью многих организаций. Однако только закупка товаров большими партиями является одним из условий экономической устойчивости системы [2].

К числу направлений реструктуризации организаций оптовой и розничной торговли сельскохозяйственными запчастями относится устойчивое ресурсное обеспечение хозяйственной деятельности: выбор поставщиков товаров, установление хозяйственных связей, обеспечение ритмичной и четко контролируемой поставки товаров, формирование торгового ассортимента по приемлемым ценам и надлежащего качества и т.д.

В связи с существующими особенностями сегмента торговли сельскохозяйственными запчастями, большим разнообразием сельскохозяйственных агрегатов и огромным количеством дополнительных запчастей к ним, необходимостью в реструктуризации предприятий при покупке, сбыте и использовании техники и запчастей возникает потребность в использовании информационных технологий на предприятиях исследуемого сегмента.

Одним из методов реструктуризации в торговле является использование специализированных программных продуктов, предназначенных для автоматизированного управления товародвижением при современной организации обслуживания, широком ассортименте, интенсивных потоках покупателей и массовых продажах.

Проведение реструктуризации на предприятии связано с необходимостью в улучшении бизнес-процессов. Прежде чем внедрить программный продукт, внести изменения в какой-либо бизнес-процесс необходимо его смоделировать и описать. Для моделирования бизнес-процессов предприятий необходимо выбрать методологию и инструментальные средства моделирования, использование которых во многом определяет успех конкретного проекта по улучшению бизнес-процессов. В конечном счете любой проект может быть реализован и без использования поддерживающих инструментариев. Однако применение средств поддержки в процессе разработки может существенно сократить сроки разработки, уменьшить трудозатраты, повысить качество разработки, уменьшить количество ошибок.

Большинство современных фирм при улучшении бизнес-процессов используют CASE-средства. Все используемые инструментальные средства можно разделить на следующие группы:

1. Средства управления проектом.
2. Средства создания диаграмм.
3. Средства имитационного моделирования/анимации.
4. Средства создания информационных систем.
5. Интегрированные многофункциональные средства.

Реинжиниринг осуществляют специалисты двух типов – профессионалы в области бизнеса и профессионалы в области информационных систем. Средства категории 4 предназначены для разработчиков информационных систем, средства категорий 1, 2 и 3 – для менеджеров, средства категории 5 предназначены как для менеджеров, так и для программистов. Однако если непосредственное использование менеджерами средств управления проектами и средств создания диаграмм (ИС групп 1 и 2) не вызывает трудностей благодаря их простоте и ясности, то при использовании менеджерами средств имитационного моделирования и интегрированных средств (ИС групп 3 и 5) возникают определенные проблемы. Дело в том, что построение реальных имитационных моделей зачастую требует от пользователей специальной подготовки. Поэтому фирмы-поставщики средств имитационного моделирования и интегрированных средств, как правило, предоставляют методологическую поддержку своих продуктов и консалтинговые услуги.

ИС категории 3 и 5 являются наиболее дорогими средствами. Стоимость этих средств колеблется в интервале от 10 до 50 тыс. долларов. Однако, несмотря на сложность и дороговизну, использование данных средств для крупных проектов по реинжинирингу вполне

оправданно, так как они обеспечивают прозрачность представления моделей бизнеса и наиболее полный анализ бизнес-процессов [3]. Только после моделирования бизнес-процессов возможно внедрение каких-либо программных продуктов, которые позволяют хранить, обрабатывать, анализировать необходимую информацию.

Подводя итог, можно сделать следующие выводы:

1. Предприятия, реализующие запчасти к сельскохозяйственной технике, имеют свои характерные особенности, отличающие их от других торговых фирм.

2. Большинство предприятий в исследуемом сегменте нуждаются в использовании информационных технологий, а также реструктуризации бизнес-процессов.

3. Прежде чем приступить к каким-либо изменениям в структуре бизнес-процесса, необходимо его смоделировать, для чего нужно выбрать средство и метод моделирования бизнес-процессов.

Поскольку деятельность любого предприятия осуществляется сегодня в условиях достаточно жесткой конкуренции и нестабильной внешней среды, необходимо добиться эффективного управления современным предприятием, что является очень непростой задачей, но основой хорошей конкурентоспособной фирмы. Применение информационных технологий поможет специалистам как при моделировании бизнес-процессов, так и в решении задач управления бизнесом и развития новых форм. В будущем, помимо учета товаров, обработки и хранения данных о них, информация о сельскохозяйственных агрегатах и запчастях может быть использована для исследования рынка, укрепления своих позиций на нем, а также повышения конкурентоспособности своих товаров.

Библиографический список

1. Сельскохозяйственная техника: классификация и предназначение [Электронный ресурс]: сайт компании ООО «АгроТехноДар». – URL: <http://agrotehnodar.ru/articles/101selskohozyaystven-naya-tehnika-klassifikatsiya-i-prednaznachenije>

2. Тебекин А.В., Касаев Б.С. Менеджмент организации: учебник. – М.: КНОРУС, 2011. – 416 с.

3. Силич М.П., Силич В.А. Реинжиниринг бизнес-процессов: учеб. пособие. – Томск: ТУСУР, 2007. – 200 с.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СПЕЦИАЛЬНОМ КОРРЕКЦИОННОМ ОБРАЗОВАНИИ

Студентка гр. ПЭ-14-08м Е.С. Черемных

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *Н.Н. Джигоева*
Сибирский федеральный университет. Институт управления
бизнес-процессами и экономики, г. Красноярск

В наше время информация имеет такую же стратегическую ценность, как и традиционные материальные и энергетические ресурсы. Современные информационные технологии, позволяющие создавать, хранить, перерабатывать информацию и обеспечивать эффективные способы ее представления потребителю, являются мощным инструментом ускорения прогресса во всех сферах общественного развития. Безусловно, это один из существенных факторов, определяющих конкурентоспособность страны, региона, отрасли и отдельной организации. Важная роль в процессе создания и использования информационных технологий принадлежит системе образования.

Специфика системы образования состоит в том, что она является, с одной стороны, потребителем, а с другой – активным производителем информационных технологий. При этом технологии, рожденные в системе образования, используются и далеко за ее пределами. Это позволяет говорить о возможности практической реализации концепции перехода от информатизации образования к информатизации общества [3].

В каждом обществе и культуре существует специально созданное образовательное пространство, которое включает в себя традиции и научно обоснованные подходы к обучению детей разных возрастов в условиях семьи и в образовательных учреждениях.

Нарушения в развитии приводят к «выпадению» ребенка из этого социально и культурно обусловленного образовательного пространства. Взрослый носитель культуры не может, не знает, каким образом передать ребенку с нарушениями в развитии тот социальный опыт, который каждый нормально развивающийся ребенок приобретает без особых условий, специфических средств, методов, путей обучения.

По отношению к детям с нарушениями развития перестают действовать или оказываются недостаточно состоятельными принятые

способы решения традиционных развивающих и образовательных задач на каждом возрастном этапе.

Социальная недостаточность таких детей непосредственно связана не с первичным нарушением, а с «социальным вывихом», преодолеть который можно средствами специально организованного и особым образом устроенного образования, предусматривающего «обходные пути», специальные методы и средства решения тех развивающих и образовательных задач, которые в условиях нормы достигаются традиционными способами. Закономерно, что разработка средств обучения детей с отклонениями в развитии всегда рассматривалась как неотъемлемое направление исследований отечественной и зарубежной специальной педагогики.

С конца 70-х гг. западные специалисты ведут интенсивный поиск способов применения в специальном обучении тех уникальных возможностей информационных технологий, которых не существовало на предшествующем этапе развития общества и соответствующем ему этапе развития образовательной системы.

Основная идея такого рода технологий состоит в том, чтобы компенсировать за счет компьютера имеющийся недостаток развития ребенка, и таким образом облегчить или открыть ему возможность интеграции в общество и доступ к массовому образованию.

Новые информационные технологии несут в себе широкие возможности для осуществления коррекционной работы в специальных школах. Это новый стимул для активизации всех психических процессов и особенно для рациональных компонентов мышления, это наиболее благоприятная среда для формирования навыков переноса и условие перехода с наглядных уровней мышления на абстрактные. Однако компьютер не заменяет традиционного обучения, а должен органически входить в систему учебно-воспитательной работы.

Процесс обучения сочетает в себе две взаимосвязанные и взаимодополняющие функции компьютера: средство формализации знаний о предметном мире и активный элемент этого мира, инструмент измерения, отображения и воздействия на него. Традиционный подход в обучении, как правило, ограничивается работой с условными изображениями. Действия ребенка с символической предметностью компьютера должны быть построены таким образом, чтобы они исходно содержали в себе возможность возврата по мере необходимости к предметно-практическим действиям с натуральной наглядностью и составляли с ней единое целое.

Для лиц с тяжелыми ограничениями в развитии компьютер используется как средство стимуляции нервно-психической активности. Программно педагогические средства (ППС) в форме компьютерных игр пониженной сложности служат для формирования и коррекции как отдельных сторон познавательной деятельности, так и целостных процессов. Например, для коррекции зрительного, слухового восприятия, отработки ориентировочно-поисковых движений глаз, коррекции пространственных нарушений. С помощью компьютера можно максимально индивидуализировать объем, степень трудности, темп подачи материала, динамичность и повторяемость. Компьютерные программы предполагают тщательно выверенную поэтапность, невозможность перехода к новому без прочного усвоения предыдущего, занимательность, разнообразные комбинации упражнений [1].

Идея использования компьютера как средства упрощения процесса обучения лежит в основе современной методики в области специального образования. Мультисенсорная система ориентирована на детей с недостатками зрения, слуха, речи, концентрации внимания и памяти, синдромом гиперактивности с дефицитом внимания, неполноценности общей координации движений и координации «рука–глаз». При этом особо учитываются требования пользователей с ДЦП, мышечной атрофией и другими подобными болезнями (объемные клавиши управления и специально сконструированная клавиатура). Высота стола управления может варьироваться в соответствии с индивидуальными потребностями пользователя, что предоставляет возможность активной деятельности даже больному, находящемуся в инвалидном кресле. Расположение инвалида в центре системы придает ему чувство уверенности и силы, а значит, позитивно воздействует на его самоощущения, самосознание и самовосприятие.

Виды деятельности подразделяются в зависимости от уровня умственных и двигательных навыков. В некоторых заданиях, осуществляемых путем пользования функционально размеченной клавиатурой, устная обратная связь реализуется через компьютерную программу для обеспечения дополнительного сенсорного канала, который улучшает усвоение предмета пользователем. Обучение включает манипулирование реальными предметами и усиление обучающего воздействия путем работы с компьютером, а также живым звуком. Так, обучаемый может одновременно осязать предметы и манипулировать ими, следить за экраном компьютера и слушать аудиоответ, воспроизводимый машиной, выполняя при этом задания руководителя.

Эффективным путем использования информационных технологий в дошкольном и специальном обучении является технология «Сенсорный экран». Для диалога с машиной достаточно владеть простыми указательными жестами, которые значительно упрощают и заменяют работу со специальными манипуляторами типа мыши, джойстика, рекбола. Касание экрана указкой, ручкой, пальцем или рукой позволяет просматривать детские интерактивные энциклопедии, управлять действиями персонажей интерактивных мультфильмов, развивающих игр. Основанный на технологиях магнитно-резистивных поверхностей сенсорный экран абсолютно безопасен и соответствует стандартам экологии европейских стран. Среди сугубо специальных коррекционных программ наиболее известны две: «Экранный чтец» и «Видимая речь», которые постоянно развиваются и совершенствуются во всех цивилизованных странах.

Программа «Экранный чтец» предназначена для незрячих и слабовидящих. Она позволяет компенсировать утраченное зрение путем озвучивания диктором той информации, которая обычным путем выводится на монитор (наличие его необязательно), либо распечаткой текста на принтере с брайлевской строкой.

Программа «Видимая речь» является средством формирования коррекции произношения, также позволяет работать над высотой голоса, громкостью, темпом речи, интонацией. Первая версия программы была создана на основе десятилетнего экспериментального исследования, проведенного специалистами 29 стран мира. «Видимая речь» позволяет работать как с нормально слышащими детьми, так и с лицами, имеющими нарушения слуха, слабослышащими и глухими, при этом невозможность пользоваться слуховым контролем речи затеняется зрительным контролем, о чем весьма красноречиво свидетельствует название программного обеспечения.

На базе компьютерных технологий создаются слухоречевые комплексы. Так, комплекс «Коммуникация» подготовлен в соответствии с традиционной методикой произношения и предусматривает возможность работы с различными возрастными категориями обучаемых, начиная с раннего возраста. Аппаратно-программные возможности позволяют комплексу выполнять все функции, характерные для персонального компьютера: озвучивать конференц-зал; использоваться в качестве индивидуального слухоречевого тренажера; совместно с «индукционной петлей» выступать в качестве музыкального центра для озвучивания занятий

ритмикой, проведения дискотек; исполнять роль библиотеки учебников, методических рекомендаций и указаний.

Для восстановления и модификации голосовой функции, при лечении заикания и логоневрозов используется специальное программное обеспечение типа BreathMarker. Суть методики состоит в создании и закреплении стереотипа плавного произношения слов и фраз без спастических движений благодаря изменению речевого цикла. В процессе тренинга происходят следующие изменения: разрыв патологических связей между восприятием и произношением собственной речи; образование новых компенсирующих, условных связей. Человек с той или иной речевой патологией говорит в микрофон и затем слышит себя в наушниках после видеоизменения своей речи компьютерной программой. Программа обеспечивает такое изменение речи, при котором естественным образом устраняется перевозбуждение речевых центров; происходит автоматическая установка правильного дыхания. Человек вынужден подстраиваться под свою исправленную речь, которую он слышит в наушниках, и говорить неправильно ему становится уже неудобно [2].

Компьютерный мир меняется стремительно быстро, здесь отсчет времени ведется не годами, а порой даже и не месяцами. Отрадно отмечать, что он служит не только интересам бизнеса, но и находит все более широкое применение в специальном образовании, значительно расширяя горизонты коррекционной деятельности педагога, дает возможность расширить круг специальностей для профессионально-трудоустройственной подготовки инвалидов либо интеллектуализировать традиционные профили.

Библиографический список

1. Фестиваль педагогических идей [Электронный ресурс] // Информационный портал. Электронные данные – URL: <http://festival.1september.ru>

2. Гагарина Л.Г. Современные проблемы прикладной информатики и вычислительной техники: учеб. пособие. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2011. – 368 с.

3. Студопедия [Электронный ресурс] // Информационный портал. Электронные данные. – URL: <http://studopedia.net>

АНАЛИЗ МЕТОДОВ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

Студентка гр. ПЭ-14-08м К.В. Решетникова

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *Е.А. Юронен*
Сибирский федеральный университет. Институт управления
бизнес-процессами и экономики, г. Красноярск

Современные оптово-розничные предприятия имеют сложную структуру, определяемую широким спектром деятельности, территориальной распределенностью подразделений, многообразием деловых связей с партнерами. При этом возрастает динамичность бизнес-процессов, вызванная изменяющимися потребностями рынка, ориентацией сбыта товаров на конечного потребителя, постоянным технологическим совершенствованием, высокой конкуренцией и т.д.

Глобализация и интернационализация экономики, все ускоряющаяся динамика бизнеса, жесткая конкуренция и борьба за сырьевые ресурсы все чаще стали приводить к ситуациям, когда в условиях дефицита времени необходимо принять единственно верное деловое решение. Для этого руководителю нужно в сжатые сроки в условиях большой неопределенности проанализировать ситуацию, сформировать варианты решений, оценить риски и взять на себя ответственность за принятие и реализацию решения [1].

Ни одна промышленная или строительная фирма, фабрика, завод не смогут обойтись без материально-технической базы, а иначе может произойти остановка производства или процесса деятельности, что чревато негативными последствиями как для самого предприятия, так и для его клиентского сектора. Таким образом, предприятия оптово-розничной торговли оборудованием и инструментами играют немаловажную роль в деятельности промышленных компаний.

Залог успеха любой оптово-розничной компании отрасли металлургии заключается в грамотном применении новейших информационных технологий для развития и улучшения бизнес-процессов, протекающих в компании. Своевременное использование инновационных и технологических разработок позволит предприятию выйти на лидирующие позиции на рынке оптово-розничной торговли.

Комплексное снабжение предприятий и организаций необходимым им оборудованием, инструментом и другой продукцией технического назначения имеет широкое применение на рынке услуг оптово-розничных компаний. Оптимизируя производственные и логистические процессы в интересах заказчика, опираясь на опыт работы с крупными компаниями-поставщиками, каждая компания стремится предоставить качественный продукт в кратчайшие сроки и за приемлемую цену.

Нужно отметить, что в зависимости от отрасли, применяемого оборудования, стабильности предъявляемого спроса на продукцию и специфики производственного процесса предприятия акценты могут смещаться в сторону того или иного бизнес-процесса. Все бизнес-процессы должны подвергаться постоянной доработке. Особенно остро стоит проблема развития бизнес-процессов в современных условиях экономического кризиса, который охватил все отрасли экономики. Это связано, в первую очередь, с тем, что российские промышленные предприятия оказались не готовы к резкому снижению спроса на их продукцию, увеличению цен на ресурсы и качественному изменению конъюнктуры рынка. Не стала исключением и металлургическая отрасль. Поэтому тесное сотрудничество с оптово-розничными компаниями позволило предприятиям остаться «на плаву» в условиях экономической нестабильности.

В условиях активных макроэкономических процессов основными стратегическими целями компаний отрасли являются: преодоление кризиса сбыта на основе освоения внешних рынков, формирование нового механизма управления на основе интеграции предприятий и компаний в многопрофильные корпоративные структуры; обеспечение режима воспроизводства, позволяющего в условиях дефицита инвестиций сохранить производственные мощности. Исходя из приведенных стратегических целей, можно сделать вывод о том, что акцент в отношении бизнес-процессов в отрасли смещен в сферу производства. Поэтому главной задачей оптово-розничных компаний является поддержание торговых связей с предприятиями отрасли металлургии на должном уровне за счет максимально возможного сбыта продукции конечному потребителю.

Все рассмотренные проблемы, особенно остро проявившиеся в условиях экономического кризиса, доказывают, что основные бизнес-процессы металлургической отрасли, такие как обеспечение

сырьем, производство продукции и ее сбыт, не развиваются одновременно с изменением экономической ситуации. В конечном итоге это может привести к ослаблению конкурентоспособности отрасли на внешних рынках. Первым этапом решения проблемы развития бизнес-процессов отрасли является выбор методологии. Можно выделить следующие основные методы развития бизнес-процессов:

- методика быстрого анализа решения (FAST);
- бенчмаркинг процесса;
- перепроектирование процесса;
- реинжиниринг процесса [3].

Несмотря на все возрастающую актуальность, в научной литературе недостаточное внимание уделяется всей полноте методов, которые могут использоваться в управлении бизнес-процессами. Чаще всего упоминается реинжиниринг, об остальных методах, так или иначе связанных с управлением бизнес-процессов, говорится значительно реже.

Методика FAST является новейшим подходом, разработанным для быстрого улучшения бизнес-процесса. FAST-подход сосредотачивается на однодневном или двухдневном анализе, в ходе которого определяются источники проблемы. Типичными улучшениями при применении этого подхода является снижение затрат, длительности цикла и уровня ошибок на 5–15 %. Если рассматривать подход применительно к металлургической отрасли, то его использование было целесообразно в период активного роста объема продаж, а именно до 2014 г. Использование FAST-подхода распространяется на период продолжительностью до трех месяцев, поэтому он может рассматриваться как элемент оперативного планирования. Проблемы, которые сейчас предстоит решить предприятиям отрасли, относятся, скорее, к вопросам стратегического планирования, поэтому применение данного подхода нельзя считать оптимальным.

Бенчмаркинг представляет собой сопоставление бизнес-процесса собственного предприятия с аналогичными процессом иных, более успешных предприятий. В широком смысле бенчмаркинг подразумевает сравнение не только бизнес-процессов, но и клиентов, продукции, затрат и т.д. Данный метод основан не только на изучении деятельности другой организации и безоговорочном копировании того или иного процесса, скорее, этот вид деятельности правильно было бы назвать сравнительным анализом. При бенчмаркинге бизнес-процесса

ключевые процессы идентифицируются, уясняются и сравниваются с лучшими эквивалентными процессами для определения нежелательных расхождений. Обычно для бенчмаркинга определяют несколько организаций, которые функционируют лучше, чем организация, проводящая это исследование. Бенчмаркинг позволяет снизить затраты, длительность производственного цикла и уровень ошибок на 20–50 %. При осуществлении бенчмаркинга разработка нового решения занимает от 4 до 6 месяцев [2]. Применение бенчмаркинга на предприятиях металлургической отрасли в условиях мирового экономического кризиса также неоправданно. Это связано с тем, что в современных условиях абсолютно все предприятия отрасли столкнулись с одинаковыми проблемами, с которыми не в состоянии справиться в короткие сроки. Поэтому выбрать предприятие, которое можно было бы использовать в качестве эталона, не представляется возможным.

Следующим более углубленным методом развития бизнес-процессов является его перепроектирование. Обычно перепроектирование процесса снижает затраты, длительность производственного цикла и количество ошибок на 30–60 % [4]. Для перепроектирования могут применяться следующие рационализирующие средства:

- анализ добавленной ценности;
- устранение дублирования;
- упрощение методов;
- сокращение длительности цикла;
- реструктуризация организации;
- стандартизация и автоматизация процесса;
- применение информационных технологий.

Следует обратить внимание на то, что информационные технологии и автоматизация процессов применяются на финальной стадии перепроектирования. Так, сначала требуется довести процесс до оптимального состояния, а затем его автоматизировать. Зачастую российские предприятия отождествляют перепроектирование и автоматизацию различных процессов. Предполагается, что автоматизация позволяет снизить количество человеческих ошибок и таким образом сократить длительность цикла, однако автоматизация неправильно работающего бизнес-процесса, наоборот, приводит к увеличению числа и скорости появления ошибок. Если говорить о целесообразности перепроектирования бизнес-процессов на предприятиях металлургической отрасли, то нужно отметить, что перепроектирование

должно применяться к тем процессам, которые достаточно успешно функционируют. Это условие применяется во избежание ситуации, когда более эффективно начинают выполняться неверные бизнес-процессы.

Последствия мирового экономического кризиса для предприятий металлургии дали ясно понять, что действующие бизнес-процессы не способны обеспечить стабильное функционирование предприятий. Поэтому перепроектирования не достаточно для успешного развития этих бизнес-процессов.

Реинжиниринг бизнес-процесса – наиболее радикальный из всех четырех подходов. Он основан на абсолютно новом взгляде на цели процесса и конечные результаты, которые должны быть достигнуты. В сущности, реинжиниринг бизнес-процесса предполагает не его развитие, а его создание. При грамотном осуществлении реинжиниринга снижение затрат, сокращение длительности цикла и уровня ошибок могут достигать 80 %. Реинжиниринг обеспечивает максимальные улучшения, но остается наиболее дорогостоящим и рискованным методом.

Основными целями реинжиниринга бизнес-процессов являются: резкое снижение затрат времени на выполнение функций, резкое снижение числа работников и других затрат на выполнение функций, глобализация бизнеса, работа на будущие потребности клиента, а также ускоренное продвижение новых технологий. При сравнении реинжиниринга и перепроектирования можно найти ряд совпадений. Это касается целей, используемых инструментов (использование информационных технологий), однако здесь нужно отметить принципиальное отличие. При перепроектировании информационные технологии применяются после того, как бизнес-процесс претерпел некоторые преобразования, а при реинжиниринге создается принципиально новый бизнес-процесс, который функционирует на основе новых информационных технологий.

Проведя анализ вышеперечисленных методов развития бизнес-процессов, можно сказать, что реинжиниринг является наиболее рациональным методом развития бизнес-процессов на предприятиях металлургической отрасли в настоящее время, так как сегодня при резком падении спроса на продукцию и объема производства нужны достаточно серьезные изменения, которые не могут быть обеспечены применением других методов. Так, для

преодоления последствий экономического кризиса предприятиям отрасли металлургии необходим реинжиниринг бизнес-процессов производства и реализации готовой продукции с помощью взаимодействия с оптово-розничными компаниями.

Библиографический список

1. ИТ в современном менеджменте: ИТ на базе концепции искусственного интеллекта [Электронный ресурс] // Национальный открытый университет «ИНТУИТ». – URL: <http://www.intuit.ru/studies/courses/13858/1255/lecture/23973?page=1> (дата обращения: 15.05.2015).

2. Эффективность бизнеса. Бенчмаркинг: основные понятия и процесс реализации [Электронный ресурс] // Корпоративный менеджмент. Библиотека управления. – URL: http://www.cfin.ru/management/controlling/benchmarking_meths.shtml (дата обращения: 15.05.2015).

3. Кутелев П.В. Организационный реинжиниринг. Технологии реинжиниринга бизнеса. – Ростов-н/Д: Феникс, 2003. – 218 с.

4. Харрингтон Д., Эсселинг К.С., Нимверген Х.В. Оптимизация бизнес-процессов: документирование, анализ, управление, оптимизация. – СПб.: Азбука, 2002. – 328 с.

5. Эволюционные и революционные методы развития бизнес-процессов промышленных предприятий [Электронный ресурс] // Научная электронная библиотека «Куберлинк». – URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/evolyutsionnye-i-revolyutsionnye-metody-razvitiya-biznes-protsessov-promyshlennyh-predpriyatiy> (дата обращения: 15.05.2015).

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ГОСУДАРСТВЕННЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ

Студентка гр. ПЭ-14-08м А.М. Конончук

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *Л.Н. Корпачева*
Сибирский федеральный университет. Институт управления
бизнес-процессами и экономики, г. Красноярск

Государственный сектор по-прежнему являет собой один из примеров учреждений с малоразвитой ИТ-инфраструктурой. Большинство организаций характеризуется наличием большого количества однотипных процессов, выполняемых вручную, минимальной централизацией управления, отсутствием (или непродуманностью) стандартов и политик безопасности, резервного копирования, управления образами систем, а также несоблюдением других стандартов ИТ. И если в среднем оценить уровень зрелости ИТ-инфраструктуры типичных государственных учреждений, то можно прийти к выводу, что большинство организаций с базовым уровнем [1]. Главным образом это проявляется в неэффективной и нерациональной обработке информации.

В настоящее время это недопустимо, так как информация стала полноценным ресурсом производства, важным элементом социальной и политической жизни общества. Документированная информация составляет основу управления [2]. Качество информации определяет качество управления. В современных условиях для повышения эффективности управления необходимо уделять достаточное внимание совершенствованию работы с документами, так как всякое управленческое решение всегда базируется на информации, на служебном документе. Именно автоматизация документооборота дает новые возможности любой организации по ускорению работы, позволяет опередить конкурентов при принятии как оперативных, так и стратегических решений.

Автоматизация документооборота необходима в любой организации независимо от масштаба и типа собственности. Так, например, в государственных организациях объем документооборота огромен. И часто используются однотипные документы.

Исследования показывают, что 75 % рабочего времени сотрудников государственных организаций тратится на их подготовку,

сопровождение, заполнение, копирование и передачу [3]. Зачастую в государственных учреждениях отсутствует организованный автоматизированный документооборот. Это объясняется многими причинами и в первую очередь отсутствием денежных средств на покупку программного продукта, позволяющего решить проблему с организацией документооборота. Так, например, стоимость программы «1С:Документооборот государственного учреждения 8» составляет на рынке готовых программных продуктов 98 тыс. рублей [5].

Кроме того, сложная специфика некоторых государственных учреждений не позволяет внедрить готовую программу со стандартными методами организации автоматизированного документооборота. Решить данную проблему помог бы нанятый программист, который разработал бы программу для конкретного учреждения, учитывая все особенности его работы. Но в данном случае все вновь упирается в ограниченность денежных средств.

В подобных ситуациях есть смысл обратиться к собственным программным ресурсам. Рассмотрим данный момент на конкретном примере организации автоматизированного документооборота в Красноярском детском доме № 2 им. И.А. Пономарева.

В рассматриваемом детском доме, как и во многих подобных учреждениях, отсутствует организованный автоматизированный документооборот. На рынке готовых программных средств отсутствует подобный специализированный продукт. Кроме того, в данном учреждении работает программа патронатных семей, что отличает этот детский дом от других.

Проанализировав чаще всего заполняемые документы и установленные на компьютерах учреждения программы, можно предложить разработать АИС, используя МО Access. В разработанной АИС предполагается размещение актуальной для данной организации информации (о воспитанниках, родственниках, сотрудников и т.п.), на основе которой сотрудники, работающие в рассматриваемой системе, смогут без особого труда получать статистические отчеты, формировать требуемые Министерством отчеты, вести внутренний отчет.

Кроме того, дополнительным плюсом послужит организованное хранение данных. Данное решение сэкономит денежные средства и поможет ускорить обработку информации, повысить качество обработки, предотвратить потерю информации, привести хранимую

информацию в системный вид. В дополнение ко всему, внедрение системы электронного документооборота также позволит:

- обеспечить слаженную работу всех подразделений;
- упростить работу с документами, повысить ее эффективность;
- повысить производительность труда сотрудников за счет сокращения времени создания, обработки и поиска документов;
- повысить оперативность доступа к информации;
- позволить разграничить права доступа сотрудников к информации.

Проблема безопасного хранения документов в государственных организациях рассматриваемой сферы также оставляет желать лучшего. Документы, на создание которых были потрачены месяцы, годы кропотливой работы, можно потерять в считанные секунды, причем произойти это может в любой момент времени, по независящим от пользователя причинам. На восстановление важных данных уходит много сил, времени, здоровья. К сожалению, чаще всего пользователь начинает задумываться о создании резервных копий только после потери ценной информации.

Разумным и недорогим способом сбережения важных данных от краха является регулярное резервное копирование.

Проблему резервного копирования данных без труда решают облачные хранилища. Облачное хранилище – модель онлайн-хранилища, в котором данные хранятся на многочисленных распределенных в сети серверах, предоставляемых в пользование клиентам в основном с третьей стороны.

Разработанную АИС предлагается разместить в облачном хранилище, что позволяет синхронизировать файлы между несколькими устройствами, создать резервную копию имеющихся файлов, размещать файлы. В данном варианте стоит особое внимание уделить шифрованию данных, так как речь идет о конфиденциальной информации. На рынке готовых программных средств подобных продуктов хватает.

Проведение данных мероприятий существенно повлияет на качество работы аппарата управления, организацию и культуру труда управленческих работников. От того, насколько профессионально ведется документация, зависит успех управленческой деятельности в целом. Вышеописанный вариант поможет создать основу для создания единой ИТ-инфраструктуры государственных учреждений, которая позволит более эффективно использовать имеющиеся данные,

поможет в борьбе с бюрократией и при принятии как оперативных, так и стратегических решений, повысит прозрачность в деятельности учреждений.

Государственный сектор по-прежнему являет собой один из примеров учреждений с малоразвитой ИТ-инфраструктурой [4]. Но новая планка задана, теперь госучреждения должны соответствовать ряду требований к автоматизации ключевых процессов и выполнению нормативных документов. В частности, требования касаются предоставления государственных и муниципальных услуг в электронном виде, открытости, прозрачности и оперативности предоставления информации.

Для современного документооборота важны исследования возможностей современных информационных технологий с точки зрения их использования в управлении документацией. Владея необходимой информацией и некоторыми знаниями, возможно решить существующие проблемы в организации документооборота на предприятии, минимизировав затраты различных ресурсов и максимизировав при этом положительный эффект.

Библиографический список

1. Галактионов В.И. Сага о проектах построения архитектуры предприятия // Директор информационной службы. – 2002. – № 7–8.

2. Внедрение системы электронного документооборота в госучреждении – проблемы и решения [Электронный ресурс] // Журнал школы ИТ-менеджмента / Академия народного хозяйства при Правительстве РФ. – URL: <http://journal.itmane.ru/node/326> (дата обращения: 15.05.2015).

3. Королев М.А., Клешко Г.Н., Мишенин А.И. Информационные системы и структуры данных: учеб. для вузов. – М.: Статистика, 2007. – 184 с.

4. Управление знаниями. Технологии управления знаниями [Электронный ресурс] // Системы электронного документооборота. – URL: <https://sites.google.com/site/upravlenieznaniami/tehnologii-upravlenia-znaniami/sistemy-elektronnogo-dokumentooborota> (дата обращения: 15.05.2015).

5. Катран ПСК. 1С:Предприятие 8 для управления и учета [Электронный ресурс] // 1С:Документооборот 8. – URL: <http://www.katran-psk.ru/1cv8/Doc/>

ПРОЦЕДУРА ОТКРЫТИЯ РАСЧЕТНОГО СЧЕТА В КОММЕРЧЕСКОМ БАНКЕ

Студент гр. ПИ-101 В.В. Прокопьев

Научный руководитель – старший преподаватель *К.Э. Рейзенбук*
Кузбасский государственный технический
университет им. Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово

Коммерческие банки выполняют операции огромного количества задач – от мелких платежных операций до операций с драгоценными металлами. Но операции с расчетными счетами частных клиентов находятся среди важнейших, а значит, и прибыльным направлением в банковской сфере. Процедура открытия расчетного счета чрезвычайно важна, ведь именно с нее начинается сотрудничество клиента с банком. Еще каких-то 10–15 лет назад эта процедура занимала большое количество времени, что отрицательно сказывалось на оперативности ведения бизнеса. С развитием и приходом в повседневную жизнь ИТ-технологий ситуация изменилась. Если раньше требовалось обязательное присутствие клиента в самом банке, то теперь это вовсе не обязательно.

Сейчас абсолютно все крупные банки предоставляют такую услугу, как онлайн-заявка. Достаточно лишь отправить краткую информацию о своей организации и выслать необходимые документы. После чего специалисты банка свяжутся с вами, проконсультируют по всем вопросам и назначат встречу в удобное время.

В погоне за клиентом банки предоставляют всевозможные выгоды и дополнительные услуги при оформлении и ведении расчетного счета.

Перечень услуг и преимуществ по расчетным счетам

Банк «Открытие»	<ul style="list-style-type: none">• Возможность отправки срочных платежей• Развитая филиальная сеть• Операционный день без перерыва на обед• Функциональные системы дистанционного управления счетами• Возможность офлайн- и онлайн-бронирования (резервирования) расчетного счета
-----------------	--

Альфа-Банк	<ul style="list-style-type: none"> • Бесплатный персональный менеджер для оперативного решения вопросов • Бесплатное обслуживание счета при отсутствии оборотов • Бесплатный выпуск первой карты Альфа-Cash для внесения и снятия наличных через банкомат • Бесплатный мобильный банк «Альфа-Бизнес Мобайл» • Бесплатное обслуживание интернет-банка
ЗАО «Райффайзенбанк»	<ul style="list-style-type: none"> • Бесплатное открытие расчетного счета • Бесплатное подключение интернет-банка • Бесплатное ежемесячное обслуживание интернет-банка • Бесплатное подключение к зарплатному проекту и комиссия по нему

Такая активная конкуренция приводит к глубокой автоматизации процесса открытия счета в погоне за сохранением времени клиента, а значит, и за его лояльностью.

Все чаще непосредственное общение представителя банка и клиента стремится к нулю и заменяется на такие услуги, как интернет-банкинг, что позволяет экономно использовать временные и финансовые ресурсы. Это особенно актуально при ведении бизнеса в нескольких странах, при необходимости открытия и ведения счета за рубежом.

Процедура открытия расчетного счета требует предоставления множества документов. На проверку требуется определенное количество времени, поэтому часто банки предпочитают получать все необходимые документы в электронном виде, проверять их и лишь затем приглашать клиента для подписания договора. Еще недавно подобные услуги были невообразимы. Теперь же это базовые потребности современного рынка. ИТ-технологии в корне меняют современный мир.

Библиографический список

1. Открытие расчетного счета [Электронный ресурс] // Сайт «Контур.Эльба». – URL: <http://www.e-kontur.ru/openaccount> (дата обращения: 25.04.2015).

2. Открытие расчетного счета [Электронный ресурс] // Сайт «Банк “Открытие”». – URL: <http://www.openbank.ru/sme/0-2/cash-management/open-account> (дата обращения: 25.04.2015).

ПРОБЛЕМА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Студентка гр. ПИБ-132 Ю.В. Токмагашева

Научный руководитель – старший преподаватель *И.Е. Трофимов*
Кузбасский государственный технический
университет им. Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово

Всем известно, что прогресс не стоит на месте, и с каждым годом информационные технологии становятся все более многочисленными, но при этом и более узконаправленными на решение какой-либо конкретной задачи. Данный факт относится ко всем сферам жизнедеятельности человека.

Образовательную систему новшества тоже не обходят стороной. Проявляется это в том, что в основном в учебных заведениях используют различные виды проекторов для большей наглядности изучаемого материала, интерактивные доски, также в большинстве образовательных учреждений существуют компьютерные классы, зачастую имеющие подключение к Интернету.

Кроме этого, в настоящее время есть много вариантов учебников и учебных пособий: от обычных печатных изданий до электронных.

Привычные нам печатные издания совсем скоро останутся в прошлом, так как брать их с собой не всегда удобно, ведь их размеры, количество и вес всегда ощутимы, в то время как электронные издания не имеют этих недостатков.

Какое-то время электронные книги (учебники, учебные пособия) существовали исключительно в программной интерпретации: как в обычных форматах (например, .txt, .doc, .html, .chm, .pdf, .rtf, .djvu), так и специфических (например, .fb2) [1], но с недавнего времени появились учебники, которые созданы как самостоятельные приложения для персональных компьютеров, ноутбуков, нетбуков, ультрабуков, планшетов и смартфонов.

У электронных учебников перед печатными изданиями есть несравненное преимущество – в будущем работа с ними может быть дополнена новыми свойствами.

Таковыми дополнениями могут быть:

- возможность использования контрольно-тестовых материалов с автоматической оценкой результативности выполнения;
- возможность использования электронной рабочей тетради с функциями записи, внесения заметок, вставки скопированного

текста из учебника, вписывания частей недостающего текста или пропущенных символов, чисел, формул [2];

– возможность изменения персональных настроек: размер шрифта, стиль и цвет текста, фоновое изображение и т.д.

Электронные книги, в свою очередь, по виду доступа подразделяются на online- и offline-книги.

Для использования online-учебников нужен стабильный доступ к Интернету. Однако для увеличения своих учебных информационных ресурсов, т.е. электронных книг, достаточно лишь найти нужные во всемирной сети, это значительно сокращает время получения необходимых книг, ведь для получения печатных приходится идти в библиотеку или в книжный магазин.

При отсутствии возможности подключения к Интернету или при сокращении затрат на его использование существуют offline-учебники, которые нередко требуют дополнительного программного обеспечения как на ПК, так и на мобильном устройстве. Примерами такого ПО являются AdobeReader, Microsoft Office Word, WinDjView и др. Как правило, лаптопные устройства уже имеют такое ПО, а чтобы избежать установки дополнительного ПО на смартфон, можно использовать учебник в виде отдельного приложения, тем самым сэкономив память устройства.

Помимо экономии памяти вашего смартфона к преимуществам данного приложения будут относиться:

– разработка под операционную систему вашего мобильного устройства;

– оповещение о выходе новой версии и возможность подключения автоматического обновления;

– быстрый доступ к приложению.

Учитывая вышеизложенное, можно прийти к выводу, что в условиях изменяющегося мира нужно уметь оперативно подстраиваться и менять инструменты для достижения поставленных целей.

Библиографический список

1. Обучающая площадка intewiki [Электронный ресурс]. – URL: http://wiki.iteach.ru/index.php/Электронный_учебник_Плюсы_и_минусы.

2. Научный журнал Молодой ученый [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.moluch.ru/archive/58/8101>

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕРЕСТАНОВОК С ПОВТОРЕНИЯМИ ДЛЯ КОДИРОВАНИЯ РЕШЕНИЯ В ГЕНЕТИЧЕСКОМ АЛГОРИТМЕ В ЗАДАЧАХ ОРТОГОНАЛЬНОГО РАСКРОЯ МАТЕРИАЛА

Аспирант В.С. Шилев

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Во многих областях человеческой деятельности возникают задачи раскроя-упаковки [1, 2, 3]. Эти задачи относятся к классу NP-трудных, и для них не разработано на сегодняшний день алгоритма, работающего за полиномиальное время. Хорошо зарекомендовавшей себя группой методов для решения NP-трудных задач являются метаэвристики [4]. Одной из метаэвристик, наиболее часто применяемых при решении задачи раскроя-упаковки является генетический алгоритм [5]. Генетический алгоритм находит приоритетный список, который используется алгоритмом-декодером при конструировании карты раскроя [6].

Приоритетный список представляет собой перестановку деталей. Такой подход оправдывает себя, если в задании на раскрой мало одинаковых деталей. В большинстве же случаев задание на раскрой содержит много одинаковых деталей. В такой ситуации представляется целесообразным использовать в качестве приоритетного списка перестановку с повторениями. Это поможет значительно сократить количество возможных приоритетных списков.

Для использования в качестве закодированного решения перестановки с повторениями требуется модифицировать операторы скрещивания и мутации в генетическом алгоритме.

За основу оператора скрещивания для перестановок с повторениями может лечь один из операторов скрещивания для перестановок. Возьмем за основу частично-отображаемое скрещивание [7].

Имеются две хромосомы, которые представляют собой перестановку целых чисел. Оператор должен осуществить их скрещивание таким образом, чтобы результатом были также хромосомы, представляющие перестановку. Пусть есть две хромосомы:

p_1	1	3	4	2	5
p_2	2	1	3	5	4

Линией показана точка, по которой происходит скрещивание. Оператор скрещивания выполняет копирование левой части первой хромосомы в результат; при этом запоминается отображение генов первой хромосомы на гены второй, т.е. следующие соответствие 1->2, 3->1, 4->2. Затем копируется правая часть второй хромосомы в результат; если при этом происходит попытка записать в результат ген, который уже в нем есть, вместо данного гена берется ген из полученного соответствия. Аналогично выполняется операция для левой части второй хромосомы и правой части первой хромосомы. Таким образом, будет получен следующий результат операции скрещивания:

p_1'	1	3	4	5	2
p_2'	2	1	3	4	5

Модифицируем описанный оператор таким образом, чтобы он мог осуществлять скрещивание хромосом, представляющих собой перестановку с повторениями. В такой ситуации необходимо строить отображение не гена на ген, а гена на массив генов. А при заполнении правой части хромосомы выбирать соответствующий ген из отображения только, если в хромосоме уже ровно столько таких генов, сколько должно быть; кроме того, каждый раз выбирая ген из массива, необходимо сдвигать указатель в этом массиве на следующий ген. Рассмотрим описанный подход на примере. Пусть есть хромосомы:

p_1	1	2	1	3	1	2	3	1
p_2	1	1	1	2	3	2	3	1

При генерации первой хромосомы будет получено отображение: 1->{1,1}, 2->{1}, 3->{2}; при генерации второй хромосомы: 1->{1,2,1}, 2->{3}. Итогом выполнения скрещивания при точке скрещивания, показанной линией, будут хромосомы:

p_1'	1	2	1	3	3	2	1	1
p_2'	1	1	1	2	1	2	3	3

Оператор мутации также требует уточнения. Существуют три основных версии оператора мутации: одноточечная мутация, двуточечная мутация и операция инверсии. Одноточечная мутация осуществляет обмен местами генов, стоящих на соседних позициях, двуточечная мутация выполняет обмен местами двух случайно выбранных генов,

операция инверсии переворачивает часть хромосомы. В случае перестановки с повторениями в результате может быть получена хромосома, не отличающаяся от исходной. Для предотвращения этого предлагается следующее ограничение на операцию мутации. Одноточечная и двучечная мутации выполняются, если меняемые местами гены отличаются друг от друга; операция инверсии осуществляется, если переворачиваемый участок хромосомы не является палиндромом.

Для оценки эффективности предлагаемых алгоритмов проведен вычислительный эксперимент на данных из работы [8]. Результаты эксперимента приведены в таблице. Оценка производилась по среднему полученному коэффициенту использования материала, равному отношению суммарной площади деталей к занятой площади листа. Чем ближе решение к оптимальному, тем выше коэффициент использования материала.

Результаты вычислительных экспериментов

Задача	Классический генетический алгоритм	Модифицированный генетический алгоритм
C1	0,958	1
C2	0,888	0,958
C3	0,938	0,948
C4	0,973	0,984
C5	0,979	0,989
C6	0,986	0,992
C7	0,989	0,996

Таким образом, использование перестановок с повторениями в генетическом алгоритме при решении задачи раскроя материала позволяет находить решения с лучшими коэффициентами раскроя.

В статье предложено использовать перестановки с повторениями в качестве приоритетного списка при решении задачи раскроя материала с помощью генетического программирования. Сформулирован новый оператор скрещивания и уточнены операции мутации. Показана эффективность предложенной схемы кодирования.

Библиографический список

1. Мухачева А.С., Ширгазин Р.Р. Задачи упаковки прямоугольников: рандомизированная эвристика на базе двойственной схемы локального поиска оптимума // Информационные технологии. – 2003. – № 5. – С. 18–22.

2. Мурзакаев Р.Т., Шилов В.С., Буркова А.В. Основные методы решения задачи фигурной нерегулярной укладки плоских деталей [Электронный ресурс] // Инженерный вестник Дона. – 2013 – №. 4. – URL: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n4y2013/2043> (дата обращения: 26.05.2014).

3. Решение задачи ортогональной упаковки материалов методами линейного раскроя / Р.А. Файзрахманов, Р.Т. Мурзакаев, В.С. Шилов, А.С. Мезенцев // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2014. – № 10. – С. 29–41.

4. Ермаченко А.И. Модели и методы решения задач прямоугольного раскроя и упаковки на базе метаэвристики «Поиск с запретами»: дис. канд. техн. наук. – Уфа, 2004.

5. Ширгазин Р.Р. Эволюционные методы и программное обеспечение для решения задач ортогональной упаковки на базе блочных структур: дис. канд. техн. наук. – Уфа, 2006.

6. Application of the Group Decoder for Solving the Orthogonal Materials Cutting Problem [Электронный ресурс] / R.A. Fayzrakhmanov [et al.] // World Applied Sciences Journal. – 2013. – Vol. 10. – № 28. – URL: [http://www.idosi.org/wasj/wasj28\(10\)13/4.pdf](http://www.idosi.org/wasj/wasj28(10)13/4.pdf) (дата обращения: 12.03.2015).

7. Емельянов В.В., Курейчик В.В., Курейчик В.М. Теория и практика эволюционного моделирования. – М.: Физматлит, 2003.

8. Hopper E., Turton V.C.H. An empirical investigation of metaheuristic and heuristic algorithms for a 2D-packing problem // European Journal of Operational Research. – 2000. – № 128(1). – P. 34–57.

МНОГОПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЙ АДАПТИРУЕМЫЙ ГРАФИЧЕСКИЙ РЕДАКТОР ОНТОЛОГИЙ MultiOnt

Студент гр. ПМИ-1,2-2011 Ф.А. Пономарев

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук *С.И. Чуприна*

Пермский государственный национальный
исследовательский университет

В настоящее время все чаще требуется использование технологий обработки знаний в различных информационных системах, например, в задачах поиска информации с учетом ее семантического смысла. Для этого необходимо автоматизировать процессы извлечения и представления знаний, организации логического вывода и другие, причем программные средства должны быть легко адаптируемы под специфику проблемной области решаемой задачи. Для решения указанных задач активно используются методы инженерии знаний, в частности, методы и средства онтологического инжиниринга. Это объясняет актуальность разработки высокоуровневых средств графических редакторов онтологий, способных работать в многопользовательском режиме.

Онтология содержит в себе понятия, связи между ними, аксиомы их взаимоотношений, логические ограничения. Грубер определил онтологию как строгую спецификацию концептуализации [1]. Сама по себе онтология – артефакт, и для ее представления необходимо использовать модели представлений знаний. Адекватной моделью представления онтологии является семантическая сеть. В семантической сети за представлением понятия кроются вершины, а связи – дуги онтологии. И современные визуальные редакторы онтологий должны представлять высокоуровневый интерфейс для работы с графическим представлением онтологий.

Проблемы использования онтологий в современной IT-индустрии заключаются в том, что нет достаточно развитых средств автоматического построения онтологий на базе разнородных информационных ресурсов и отсутствуют графические редакторы онтологий, которые помимо традиционных средств редактирования и визуального представления онтологий позволяют адаптировать эти средства под персональные предпочтения пользователя, агрегировать действия над онтологиями и пр.

Зачастую онтологии создаются коллективом разработчиков, поэтому редактор онтологии должен предоставлять многопользовательский доступ к разрабатываемой онтологии. С точки зрения мультидоступа большинство распространенных графических редакторов онтологий не поддерживает возможность совместной разработки онтологий. А те редакторы, которые поддерживают многопользовательскую работу, не имеют средств адаптации визуального представления онтологий под индивидуальные предпочтения пользователей. Примером такого редактора онтологий является и широко распространенный визуальный редактор Protégé. Поэтому при проектировании и разработке визуального редактора онтологий MulTOnt мы постарались решить указанные выше проблемы.

Для реализации механизмов адаптации под специфику решаемой задачи и индивидуальные предпочтения визуального представления онтологий (как и при помощи чего представлять вершины и дуги сети и т.п.) функционирование самого редактора онтологий MulTOnt реализовано также на принципах инженерии знаний. В основе реализации этого редактора лежит метаонтология (онтология об онтологии), описывающая знания о внутренних и внешних возможностях и механизмах взаимодействия компонентов редактора MulTOnt.

Многопользовательская работа с редактором. Как было указано, онтологии применяются в различных информационных системах, и зачастую онтологию разрабатывает группа инженеров по знаниям.

При разработке многопользовательского программного обеспечения необходимо учитывать, что при работе с некоторым общим ресурсом приложений необходимо поддерживать взаимодействие между участниками работы – клиентами. В ходе исследования было выявлено, что для реализации многопользовательского доступа тонкий веб-клиент является наиболее адекватным решением.

Для корректного многопользовательского доступа к редактору необходимо наличие возможности инициирования общения с клиентом со стороны сервера. Такое взаимодействие может быть организовано с помощью Rich Internet Application или же comet-модели. Comet – любая модель работы веб-приложения, при которой постоянное HTTP-соединение позволяет веб-серверу отправлять данные браузеру без дополнительного запроса со стороны браузера. Использование RIA для создания MulTOnt не оправданно из-за повышенной

ресурсозатратности насыщенных приложений, RIA не обладают достаточной расширяемостью и мобильностью.

В ходе исследования было показано, что наиболее корректным фреймворком для создания редактора MulTOnt является SignalR [2].

MulTOnt – **многопользовательский адаптируемый редактор**. Многопользовательский графический редактор онтологий MulTOnt работает с клиентом посредством технологий long-polling и WebSocket, отрисовка изображения происходит благодаря использованию SVG-графики [3], которая, в свою очередь, является адекватным решением для отображения объектов, которые могут обладать уникальными свойствами.

В основе отображения и поведения конечных элементов лежит метаонтология, фрагмент метаонтологии показан на рис. 1.

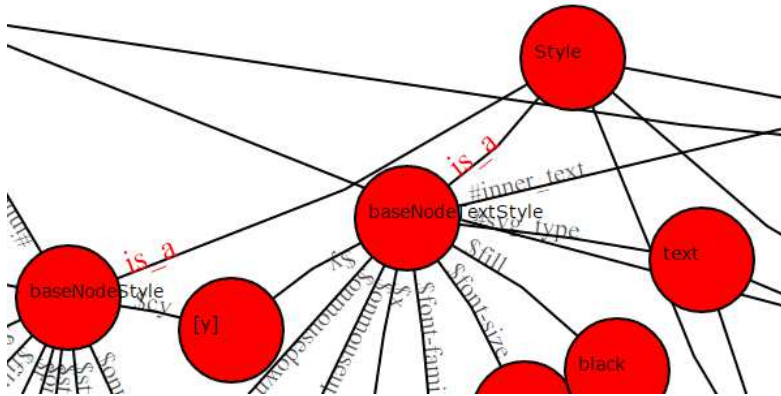


Рис. 1. Фрагмент метаонтологии редактора MulTOnt

В данном фрагменте метаонтологии показан пример стилей элементов онтологии, а также их параметры при построении изображения онтологии. Например, связь *\$fill* между вершинами *baseNodeTextStyle* и *black* свидетельствует о том, что цвет текста внутри вершин будет черным.

В метаонтологии редактора MulTOnt задается, чем будет являться SVG-элемент при его построении для конечного пользователя. В метаонтологию можно добавлять свои стили, работая с ней, как с обычной онтологией, которые потом можно будет применять к элементам онтологии конечного пользователя.

Принцип работы редактора MulTOnt следующий: пользователь, работая с онтологий, производит действия над визуальным элементом онтологии (вершиной, дугой), который, в свою очередь, является SVG-элементом, что автоматически вызывает исполнение некоторого события. В данном случае событие – событие SVG-элемента, такое как mousedown, click и т.д. JavaScript-код реакции редактора на произошедшее событие задается в метаонтологии, что приводит к вызову некоторого API-сервера и, как следствие, к соответствующему изменению онтологии. Затем сервер подготавливает изменения в отображении онтологии, используя знания из метаонтологии, и отображает эти изменения в визуальном представлении онтологии клиента. Схема работы показана на рис. 2.

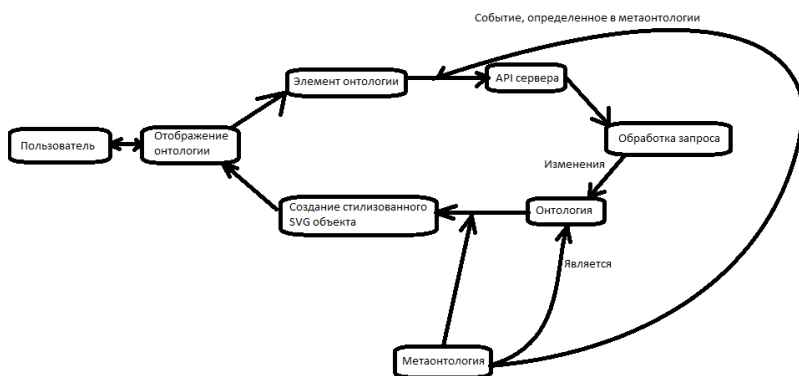


Рис. 2. Работа редактора MulTOnt

Также отличительной чертой редактора MulTOnt является возможность задания собственных событий, определяющих Document Object Model события, путем задания соответствующим вершинам метаонтологии JavaScript кода. В таких событиях пользователь может использовать API сервера, что позволяет считать редактор MulTOnt редактором когнитивной графики.

Таким образом, основной отличительной способностью редактора MulTOnt является то, что его функционирование управляется знаниями из метаонтологии, что обеспечивает реализацию адаптируемых механизмов. Это позволяет без переписывания исходного программного кода редактора расширять поведение и визуальное представление онтологии посредством внесения изменения в метаонтологию на

уровне внешнего интерфейса системы. Например, на рис. 3 в метаонтологии у базового стиля вершины меняется параметр $\$fill$ с красного на желтый, что приводит при применении такой метаонтологии к заполнению всех вершин, обладающих включенным базовым стилем, желтым цветом.



Рис. 3. Использование метаонтологии для адаптации визуального представления онтологии пользователя

Созданный графический редактор онтологий MulTOnt обладает развитыми механизмами адаптации, предоставляет многопользовательский доступ к онтологии. MulTOnt может представлять интерес как для инженеров по знаниям и коллективам инженеров, так и для конечных пользователей, использующих онтологии в своих целях.

Библиографический список

1. Gruber T.R. The role of common ontology in achieving sharable, reusable knowledge bases // Principles of Knowledge Representation and Reasoning. Proceedings of the Second International Conference / J.A. Allen, R. Fikes, E. Sandewell – eds. Morgan Kaufmann, 1991. – P. 601–602.
2. Официальный сайт SignalR [Электронный ресурс]. – URL: <http://signalr.net/> (дата обращения: 11.03.2015).
3. SVG (Windows) [Электронный ресурс]. – URL: [https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/gg589525\(v=vs.85\).aspx/](https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/gg589525(v=vs.85).aspx/) (дата обращения: 11.03.2015).

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО НОРМОКОНТРОЛЯ ТЕКСТОВЫХ ДОКУМЕНТОВ

Студентка гр. БИ-12-1 М.А. Жигалова

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук,

старший преподаватель А.О. Сухов

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Пермский филиал

Соответствие текста формальным правилам оформления – одно из первоочередных условий, которое должно неукоснительно соблюдаться при создании документов, отражающих результаты научной деятельности (публикации, курсовые и дипломные работы), а также проектных документов (техническое задание, технико-экономическое обоснование и т.д.). Требование единообразия внешнего вида и структуры текстовых документов является обязательным для любой области знаний, в первую очередь потому, что подобная унификация способствует более легкому восприятию материала. Помимо этого, строгое следование стандартам оформления позволяет упростить процесс хранения и обработки документов в базах данных.

В связи с тем, что ключевая роль при «ручной» проверке оформления документов отводится ответственному лицу, от которого требуются повышенная концентрация внимания и соответствующие квалификации, данный процесс считается крайне трудоемким и неэффективным с точки зрения временных затрат. Именно поэтому существует острая необходимость автоматизации контроля правильности оформления текстов, что позволит решить проблему человеческого фактора. Программный продукт, автоматизирующий проверку документов, может быть использован широким кругом пользователей, включая студентов, преподавателей, технических писателей в организациях и др.

Анализ существующих решений проверки оформления текста. Существуют два основных метода контроля текста на отсутствие ошибок оформления и проверки текстового документа в соответствии с определенными стандартами: использование готовых шаблонов оформления; применение программных решений в процессе проверки документа.

Шаблоны оформления представлены множеством программных решений, среди которых можно выделить язык разметки DocBook,

являющийся приложением для XML/SGML и предоставляющий пользователю унифицированный набор тегов для задания форматирования текста документа [1], а также издательскую систему LaTeX. Содержание документа формата LaTeX, как и в случае DocBook, представлено структурной и семантической разметкой; при этом внешний вид документа создается при помощи добавления специального стилевого файла [2], в котором задаются правила оформления, специфические для каждого вида документов.

Автоматизация проверки текста представлена рядом программных решений, одним из которых является интеллектуальная веб-система проверки правописания «Орфограммка». Проверка текстового документа осуществляется с точки зрения норм орфографии и пунктуации [3], кроме этого предусмотрена возможность проведения нормоконтроля курсовых и дипломных работ в соответствии со строго определенным набором правил оформления без возможности расширения функционала пользователем.

Еще одним средством автоматизированной проверки правил оформления является надстройка для текстового процессора Microsoft Office Word 2007, разработанная на базе Волгоградского государственного технического университета (ВолгГТУ) [4]. Функционал программного продукта сводится к проверке документов и исправлению обнаруженных ошибок. Однако сервис можно использовать только в том случае, если Microsoft Office Word установлен на компьютере пользователя.

Описание системы автоматизированной проверки правил оформления документов. Разработанная система автоматизированного контроля текста осуществляет проверку таких правил оформления документа, как ориентация страницы, поля (правое, левое, верхнее, нижнее), формат бумаги (название, ширина и длина), максимальный и минимальный объем работы (в страницах), размеры верхнего и нижнего колонтитулов, параметры нумерации, описание стиля (данные об используемых шрифтах и параметрах абзацев). Программный продукт разработан в среде программирования Microsoft Visual Studio .NET 2013 в интерфейсе программирования приложений Windows Forms. Для работы с информацией о правилах оформления была создана база данных, позволяющая хранить сведения об оформлении документов и манипулировать ими.

Для работы с документами Word (*.doc, *.docx) было принято решение использовать пакет Open XML SDK 2.5 для Microsoft Office и свободно распространяемую библиотеку Spire.Doc for .NET, разработанную компанией E-iceblue [5] для создания и редактирования документов MS Word. Оба эти средства позволяют обрабатывать текст с высокой скоростью и не требуют наличия установленного пакета Microsoft Office.

Spire.Doc предоставляет большой набор классов и методов для работы с текстовым документом Word, однако вследствие того, что используется бесплатная версия программного продукта, существует ограничение на количество абзацев в проверяемом документе: максимально допустимое число абзацев не должно превышать 100. Помимо этого во всех редактируемых документах ставится пометка об использовании бесплатной версии. Для решения этой проблемы совместно со Spire.Doc использовались средства Open XML SDK 2.5.

Пакет SDK, основанный на пространстве имен System.IO.Packaging, позволяет управлять документами Open XML, в формате файлов для хранения документов приложений Microsoft Office (в частности, MS Word). Open XML SDK предоставляет набор классов для извлечения данных о форматировании документа и дает возможность изменить исходный документ (например, добавить комментарии). Для работы с Open XML SDK было произведено подключение к пространству имен DocumentFormat.OpenXml и WindowsBase.

Для работы с текстом предпочтение было отдано программным решениям Spire.Doc и Open XML SDK, несмотря на то, что .NET предлагает стандартную библиотеку Interop для манипуляции пакетом офисных программ Microsoft Office. При этом используется компонентная модель объектов COM (Component Object Model), что означает возможность для приложения получить доступ к объектам Word (разделы, абзацы, символы и т.д.). Создание и редактирование документов осуществляются путем добавления ссылки на библиотеку Microsoft.Office.Interop.Word.dll. Однако присутствуют существенные недостатки:

1. Автоматизация приложений MS Office не поддерживается на стороне сервера, т.е., к примеру, разработка программ в средах ASP, ASP.NET становится невозможной.

2. При использовании Interop обработка текста происходит очень медленно.

3. Количество строк кода значительно увеличивается в случае обновления документа с помощью динамических данных.

Именно поэтому от применения Interop было решено отказаться.

В связи с тем, что Windows Forms не предоставляет стандартных средств для отображения документов, был использован разработанный Matthias Haenel элемент управления WinWordControl, работающий с набором базовых функций интерфейсов программирования приложений Win32 API и измененный в соответствии с последней версией библиотеки Microsoft.Office.Interop.Word.

Проверка текстовых документов состоит из нескольких этапов, первым из них является определение набора правил оформления, в соответствии с которыми будет осуществляться нормоконтроль. Система позволяет указать требования к оформлению документов, отредактировать эти требования или удалить их. Все изменения при этом заносятся в базу данных.

На следующем этапе необходимо загрузить файл документа в систему и выбрать параметры оформления. После этого происходит непосредственная проверка документа. Система перезагружает документ и добавляет в него примечания с указанием несоответствий между существующим форматированием и заданными правилами оформления (рисунок).

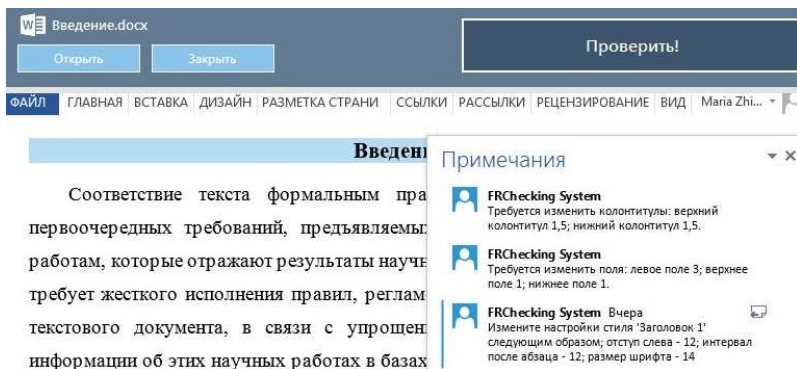


Рис. Окно приложения с проверенным документом

Так, в данном примере система обнаружила, что размер колонтитулов, размеры полей и некоторые настройки стиля «Заголовок 1» выбраны неверно, и сообщила об этом пользователю. Следует отметить, что в случае отсутствия рассогласований в форматировании исходного документа с выбранными правилами оформления система не будет создавать каких-либо примечаний. Примечания о стилевом оформлении добавляются к каждому абзацу текста с нарушением правил оформления, примечания о нарушении правил оформления параметров страницы, колонтитулов и т.п. добавляются к первому абзацу текста.

Заключение. Разрабатываемая система позволяет автоматизировать проверку текстового документа в соответствии с правилами оформления, заданными пользователем, что значительно снижает трудоемкость данного процесса и временные затраты.

В дальнейшем планируется продолжить развитие системы: устранить ограничения при проверке текста; расширить набор критериев для проверки правильности форматирования в целях осуществления комплексного и всестороннего контроля текста документа на отсутствие ошибок оформления; разработать веб-интерфейс для работы с системой.

Библиографический список

1. Бердачук С. Eclipse RCP. Файловый менеджер. Использование DocBook для написания документации [Электронный ресурс]. – URL: http://www.berdaflex.com/ru/eclipse/books/rcp_filemanager/ch01s04.html (дата обращения: 30.04.2015).

2. Львовский С.М. Набор и верстка в системе LaTeX. – М.: МЦНМО, 2006.

3. Орфограммка. Веб-сервис проверки правописания [Электронный ресурс]. – URL: <http://orfogrammka.ru> (дата обращения: 30.04.2015).

4. Соколов А.А., Дворянкин А.М., Ужва А.Ю. Разработка метода автоматизации процесса нормоконтроля технической документации // Известия Волгоград. техн. ун-та: сб. науч. тр. – Волгоград: Изд-во Волгоград. гос. техн. ун-та, 2013. – № 22 (125). – С. 116–117.

5. E-iceblue. Your office development master [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.e-iceblue.com> (дата обращения: 30.04.2015).

РАЗРАБОТКА ИМПУЛЬСНОГО БЛОКА ПИТАНИЯ ДЛЯ УСИЛИТЕЛЯ НАПРЯЖЕНИЯ НИЗКИХ ЧАСТОТ

Студенты гр. АТ-13-16 В.С. Никулин,
гр. КЗИ-13-16 М.А. Рогалева

Научный руководитель – канд. техн. наук,
профессор Э.С. Заневский

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Последние несколько десятилетий стало происходить бурное развитие технологий в области радиотехники и микроэлектроники, что позволило нам заниматься исследованием и сборкой импульсного источника питания на биполярных транзисторах высокой мощности. Стоит отметить, что зарубежные микросхемы, выполненные на основе структуры МДП-транзистора, отличаются от отечественной элементной базы сравнительно невысокой стоимостью, максимум в 4–5 раз. (Для сравнения, цена на биполярный транзистор с допустимым напряжением 500 В и тока стока-истока 10 А могла превосходить отечественный аналог с теми же характеристиками в 4 и более раз.)

Поэтому подобная ситуация позволила выполнить одну из разработок кафедры АТ с использованием преимущественно зарубежных элементов. Речь идет об электронной части реализованного импульсного источника питания.

Источник питания должен выполнять следующие функции:

- обеспечивать стабильное постоянное напряжение 18 В;
- обеспечить ток $I_{\max} = 5$ А;
- не выходить из строя при длительном использовании;
- работа должна быть выполнена на текстолите.

Для сборки нам понадобились расчеты импульсной части трансформатора, собственно катушки индуктивности, намотанной на ферритовом кольце. Расчеты трансформатора были произведены в программе ExcellentIT(7200) и представлены на рис. 1.

Одним из важных условий правильной работы трансформатора является точно подобранный по сечению медный провод, чтобы не возникало скин-эффекта.

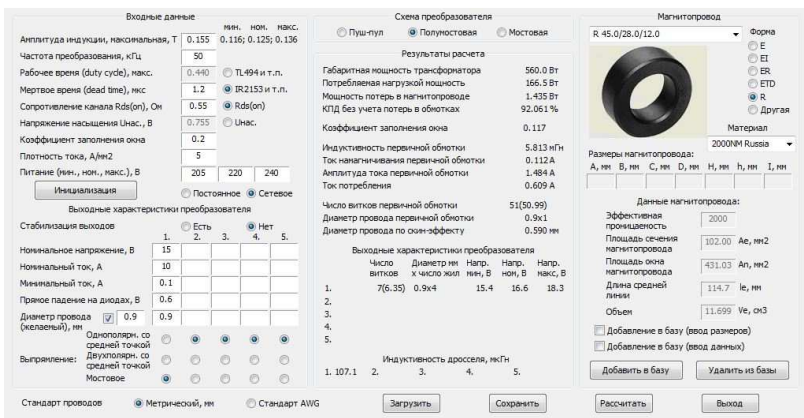


Рис. 1. Расчет импульсной части источника

Скин-эффект – это затухание электромагнитных волн по мере их проникновения в проводящую среду.

Одним из предложений группы разработчиков было создание импульсной части на основе генератора импульсов IR2153, изготовленного в PDIP-корпусе, схема включения которого представлена на рис. 2.

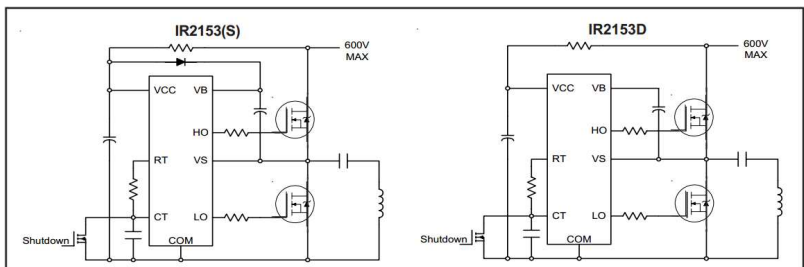


Рис. 2. Принципиальная схема включения IR2153

Расчет «навесных» элементов производится в соответствии с техническим описанием микросхемы.

Произведя все расчеты, мы составили принципиальную схему, промоделированную в программе DipTrace (рис. 3, 4).

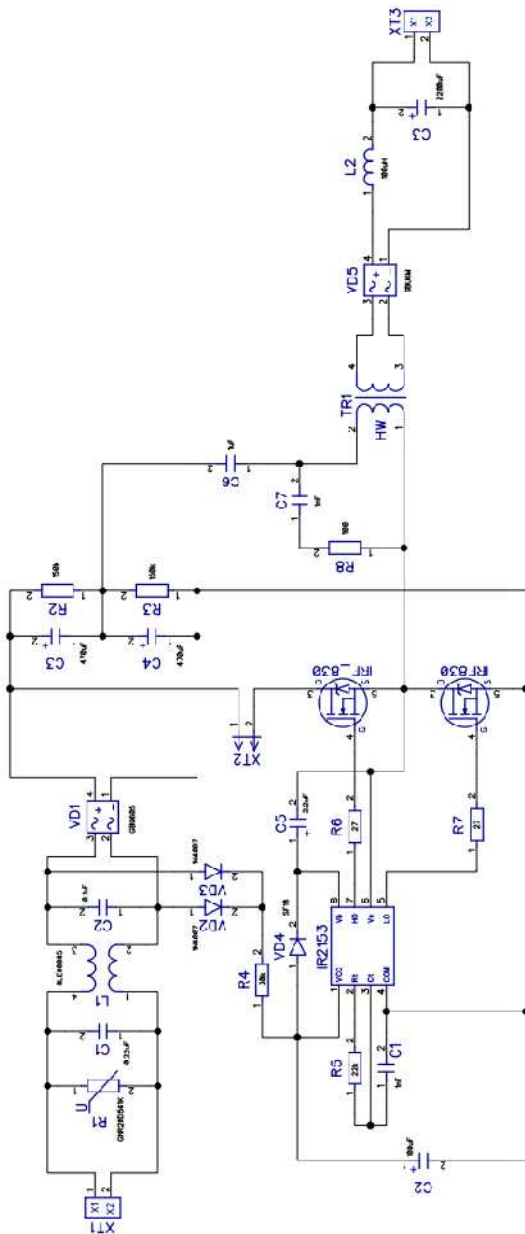


Рис. 3. Принципиальная схема источника питания с импульсной частью

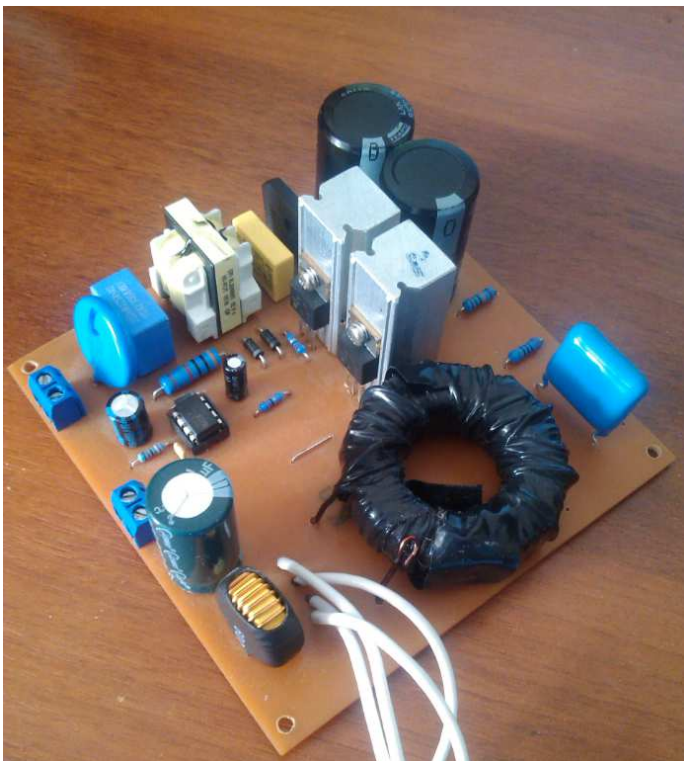


Рис. 4. Изготовленная модель платы импульсного источника питания

Библиографический список

1. Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электроника и микропроцессорная техника: учеб. для вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М: Высшая школа, 2004. – 790 с.

2. Артамонов Б.И., Бокуняев А.А. Источники электропитания радиоустройств: учебник для техникумов. – М.: Энергоиздат, 1982. – 296 с.

ИГРАБЕЛЬНОСТЬ

Студент гр. ИСУП-14-1м Н.В. Васенев

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *И.А. Шмидт*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

На сегодняшний день мир имеет приличную библиотеку игр, насчитывающую тысячи экземпляров. И это только компьютерные игры. А если учесть мобильные и планшетные устройства, то счет пойдет до сотен тысяч. Каждая игра имеет свой жанр. Жанров не так много, порядка двадцати. Однако любой жанр, будь то пошаговая стратегия или сумасшедший шутер, исчисляется тысячами игр. Но лишь единицы из них становятся популярными. В таких играх могут быть средняя графика, неплохой звук и не самое лучшее управление, но уж в плане геймплея они должны быть превосходны.

О геймплее и играбельности слышали все, но немногие могут описать их на словах. Что такое качественный геймплей и хорошая играбельность? Как сделать так, чтобы игроку было интересно играть? Чем его увлечь? За какие ниточки нужно тянуть, чтобы он погрузился в мир игры?

Геймплей как часть играбельности. Играбельность определяется тем, как легко и интересно играть в игру, как глубоко пользователь вовлекается в игровой процесс, а также насколько популярна игра в мировом масштабе. Что такое геймплей? Казалось бы, для понимания геймплея необходимо разложить его на составляющие элементы игры, включая графику, управление и прочее. Но так ли все просто? И делится ли он на составляющие? При таком подходе зачастую теряется смысл. Человек играет, чтобы получить удовольствие. И если ему было интересно играть, он его получил. Но как добиться такого результата разработчиком? Если бы существовал простой ответ, все игры были бы успешными. Геймплей – это гармония звуков, сюжета, управления, динамики и в последнюю очередь графики. Именно гармония создает атмосферу, затаскивает игрока в другое измерение. Именно гармония превращает все коды, звуки и текстуры в игру.

Всему свое время. Рассмотрим другую составляющую успешной игры – новшества. Нельзя стать удачливым разработчиком, если не следовать новшествам. Почему?

Ответ прост! Около 70 % доходов новой игры делается при релизе. Со временем человек привыкает к нововведениям и уже перестает думать о них. А если не думает, значит, меньше играет.

У всех была такая ситуация: вам понравился трейлер к какому-то фильму и вы решили, что посмотрите его как только будет время. Но через месяц об этом фильме уже мало кто говорит. И вы благополучно забываете про него. Вероятно, посмотрите его абсолютно случайно в Интернете. Это говорит о том, что мы более обращаем внимание на то, о чем все говорят. А говорят все всегда только о том, что появилось недавно, а не о том, чему двадцать лет.

Выходит, чтобы игра оставалась популярной, нужно постоянно обновлять ее, добавлять что-то новое, каждый раз, все время. Создать совершенно новую игру, аналогов которой нет, это пол-дела. Вот сохранить ее популярность – целая задача.

Существует немало игр, созданных, казалось бы, совсем без традиционных правил. По каким-то невообразимым законам, которые до появления игры никто бы не воспринял всерьез. Но выходит игра, и оказывается, что новые правила всем нравятся. И вот уже сотни разработчиков штурмуют новый бастион, пародируя и переиначивая эти новые правила. На свет появляются десятки клонов. Выходят клоны клонов... Игроки радуются появлению нового жанра или направлению в жанре.

Однако психология игроков живет по стандартным законам. Игрокам хочется нового, и вот уже разработчики и сценаристы снова трудятся день и ночь. Придумывают новую концепцию, изобретают новые правила и законы, стараются для того, чтобы играбельность была на уровне. Новая игра имела успех, потому что вышла в нужное время с нужной концепцией и геймплеем. И, может быть, даже представлена в нужном месте (но это не точно).

Все гениальное просто. Все интересующиеся компьютерными играми знакомы со словом «казуальный». Игроки обсуждают оказуализацию игр, специалисты – рынок казуальных игр и вкусы казуальной аудитории. Казуалы – это обычные люди. В противовес тем, кто дни и ночи напролет проводит в игре. Назовем их игроманами. Для игроманов игра крайне важна, они готовы тратить на нее уйму времени и сил, получая удовольствие от преодоления трудностей и соревнуясь с другими. Достигнуть сложной цели, доказав, что ты играешь лучше других, это стиль игромана.

Для казуалов игра – это развлечение и отдых. Для них важно удовольствие от процесса игры. Казуалы не видят смысла тратить время и силы на преодоление внутриигровых трудностей. Убьют они босса или нет, добудут редкие вещи или нет, пройдут игру полностью или нет – все это не имеет значения для казуалов. Если игра становится скучной, они просто прекращают играть. У них есть масса дел поважнее, поэтому они играют нерегулярно, не сидят в игре несколько часов. Они играют понемногу, отвлекаясь на более важные дела.

Казуалам и игроманам нужны разные игры. Казуалов на много порядков больше, и они готовы платить гораздо больше денег. Не просто потому, что обычных людей всегда больше, чем фанатов чего-либо. Подавляющее большинство игроманов – это школьники и студенты, у которых много свободного времени. А большинство казуалов – это взрослые люди, у которых масса более важных дел и увлечений, после которых просто не остается достаточно свободного времени и сил. Казуалы преодолевают трудности в реальной жизни, а в играх восстанавливают силы. И у них есть на это деньги. Поэтому почти все современные игры все сильнее подстраиваются под казуалов – намного более многочисленную и платежеспособную аудиторию. Принцип проще-лучше зарекомендовал себя на примере таких популярных онлайн-игр, как WoT, WoW, LoL, а также мобильных игр Flappy Bird или Subway Surfer.

Пять советов, которые помогут начать:

1. Игра должна развивать минимум один навык: логика, реакция, социальные навыки, координация движений. Но если такой навык один, игра быстро становится скучной, а если их много или они плохо сочетаются, то получается каша.

2. Игра должна обучать. Это значит, что сложность должна идти по нарастающей: больше монстров, сложнее задачи. Однако если поднимать планку слишком быстро, игра станет непроходимой, а если медленно, – скучной.

3. Игра должна поощрять. Тут все ясно, это рекорды, которые нужно побить, развитие сюжета, новое оружие, новые возможности... лишь бы поощрение не было слишком частым или слишком редким.

4. Игра не должна утомлять. Дело простое: короткие партии в настольных играх, смена настроения в ужасах, видеовставки в квестах и так далее.

5. Игра должна идти по правилам. Если нет правил, научиться ничему нельзя, нет и надежды на то, что те же исходные данные дадут те же последствия. Правила могут быть самыми необычными, но они должны сохраняться на протяжении всей игры.

Подводя черту. Какой вывод можно заключить? Само по себе соблюдение вышеперечисленных правил важно, но мало что гарантирует. Можно сделать две разные игры, каждая из них будет построена в строжайшем соответствии с этими пятью принципами. Но только одна из них будет интересной и захватывающей, за счет того, что вышла в нужный момент и в нужном месте, тем самым застав в души игрокам. Выходит, чтобы игра была играбельной, разработчик должен угадать время, место и, разумеется, способ.

УНИВЕРСАЛЬНАЯ ЛОГИЧЕСКАЯ ЯЧЕЙКА FPGA

Аспирант Р.В. Вихорев

Научный руководитель – заслуженный изобретатель РФ,
д-р техн. наук, профессор С.Ф. Тюрин
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Логическая ячейка (Logic Cell) ПЛИС FPGA, чаще называемая LUT (Look Up Table просмотрная таблица – таблица истинности), выполнена на основе мультиплексора, который строится в виде дерева из элементарных мультиплексоров 2-1 на базе передающих МОП-транзисторов, входы данных которого настраиваются так называемыми конфигурируемыми ячейками статической памяти SRAM [1]. Загружая в конфигурационную память SRAM значения таблицы истинности логической функции n переменных, можно реализовать любые функции, включая константы. Стандартное число входов (адресных входов ПЗУ), как правило, равно четырем, однако современные «продвинутое» ПЛИС имеют сложные, перестраиваемые LUT с числом входов 6,7, например [2–4]. Имеются сообщения о LUT с числом входов, равным 8. Однако такие логические элементы реализуют только одну логическую функцию от n переменных. В связи с этим для реализации m логических функций необходимо m LUT.

Логический элемент DC LUT. Предлагается LUT, реализующий систему из m логических функций, – DC LUT, причем реализация дизъюнкций конститuent обеспечивается структурами, аналогичными структурам межсоединениям. Предлагаемый DC LUT изображен на рис. 1.

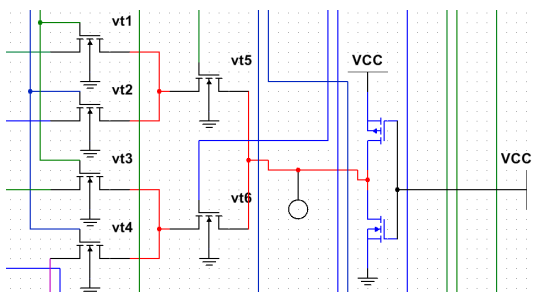


Рис. 1. Логический элемент DC-LUT

Моделирование логического элемента для реализации систем логических функций с уточненной схемой блока дизъюнкций конъюнкт логической функции. Выполним моделирование логического элемента для реализации систем логических функций с уточненной схемой блока дизъюнкций конъюнкт логической функции для $n = 2$ (см. рис. 1) в системе схемотехнического моделирования NI Multisim 10 фирмы National Instruments Electronics Workbench Group.

На рис. 2 ключи X1, X2 моделируют переменные. На рис. 3 ключи S1–S4 моделируют настройку H.

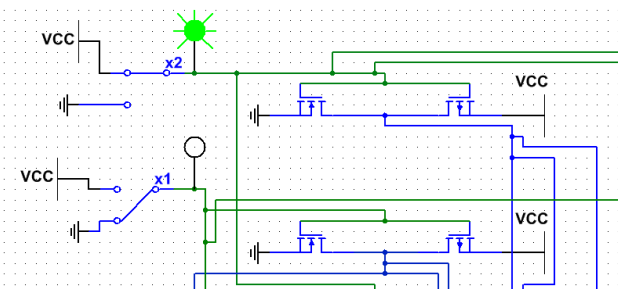


Рис. 2. Моделирование входных переменных

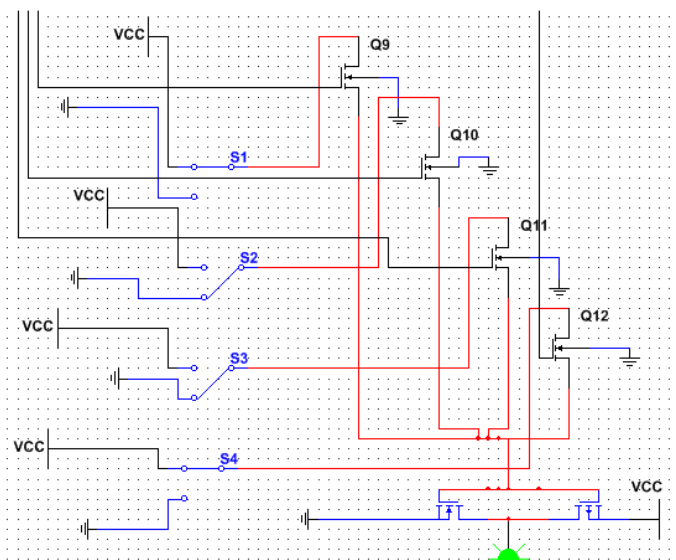


Рис. 3. Блок настройки

Управление затворами транзисторов блока дизъюнкций осуществляется инверторами, установленными на выходах «развернутого», по отношению к классическому LUT, дерева транзисторов (рис. 4). Причем альтернативные цепочки при неактивации путей в дереве обеспечивают подачу логической единицы. На рис. 3 указана настройка на реализацию функции «Исключающее ИЛИ» – горит светодиод на выходе блока ИЛИ, так как переменные X1, X2 имеют разное значение.

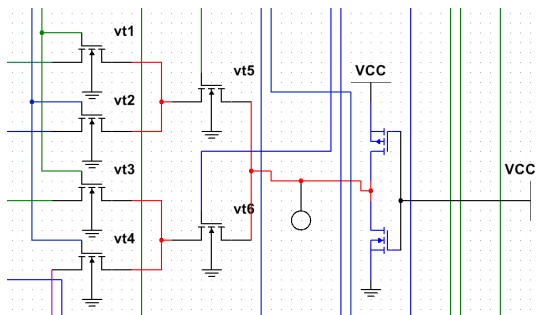


Рис. 4. Дерево транзисторов DC-LUT

Выполненное моделирование подтверждает работоспособность предлагаемого уточненного технического решения блока дизъюнкций конститuent DC LUT, подана заявка на выдачу патента.

Оценка эффективности логического элемента DC LUT. Сравним по сложности L известное программируемое устройство – LUT $L(n)$ и предложенное – DC LUT (Ldc). Сложность ЛЭ LUT FPGA, реализующего одну функцию, определяется выражением:

$$L_{LUTn} = 2^{n+1} 2n + 2 \cdot 2^n, \quad (1)$$

где $2^{n+1} - 2 + 2 = 2^{n+1}$ – количество транзисторов в дереве передающих транзисторов + два транзистора в выходном инверторе, 2^n – количество транзисторов в группе инверторов входных переменных, $2 \cdot 2^n$ – количество транзисторов в группе инверторов, которые находятся на выходе настроечных входов.

Сложность предлагаемого DC LUT, реализующего m функций от n переменных, определяется выражением:

$$L_{DC LUTn} = 2^{n+1} + 2n + n2^n + m2^n + 2m, \quad (2)$$

где $2^{n+1} - 2 + 2 = 2^{n+1}$ – количество транзисторов в дереве передающих транзисторов + два транзистора в входном инверторе, $2n$ – количество транзисторов в группе инверторов входных переменных, $2 \cdot 2^n$ – количество транзисторов в группе выходных инверторов, $m2^n + 2m$ – количество транзисторов в m блоках вычисления функций, $n \cdot 2^n$ – количество транзисторов в блоках конститuent нуля.

Таким образом, получаем выигрыш по формуле (3) на рис. 5:

$$\delta = \frac{(2^{n+1} + 2n + 2 \cdot 2^n)m}{2^{n+1} + 2n + n2^n + m2^n + 2m}. \quad (3)$$

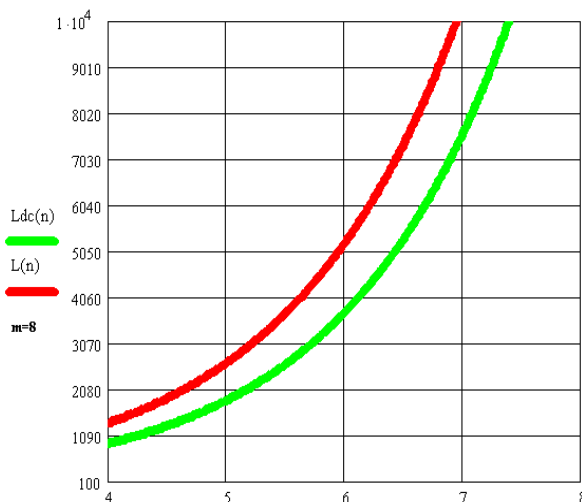


Рис. 5. Сравнение сложности LUT и DC-LUT

Выводы. Таким образом, модифицирована структура предложенного логического элемента дешифратора DC LUT для реализации систем функций в ПЛИС типа FPGA, который основан на схеме в виде дерева передающих МОП-транзисторов. Уточняется структура блоков дизъюнкций конститuent с учетом требования активирования только одного пути в схеме.

В измененной схеме сигналы с модифицированного дерева транзисторов DC поступают на затворы МОП-транзистора блока дизъюнкций, а настроечная информация из конфигурационной памяти поступает на стоки этих транзисторов.

Выполненное моделирование в системе схемотехнического моделирования NI Multisim 10 фирмы National Instruments Electronics Workbench Group подтверждает работоспособность предлагаемых новых решений.

Библиографический список

1. Цыбин С. Программируемая коммутация ПЛИС: взгляд изнутри [Электронный ресурс]. – URL: http://www.kit-e.ru/articles/plis/2010_11_56.php (дата обращения: 16.12.2014).

2. Самкова Е. Stratix IV против Virtex-5. Точка не поставлена [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.russianelectronics.ru/leader-r/review/2189/doc/46576> (дата обращения: 16.01.2015).

3. Aria II GX. Altera [Электронный ресурс]. – URL: <http://icgamma.ru/linecard/altera/aria2gx> (дата обращения: 16.01.2015).

4. An Ultra-Low-Energy, Variation-Tolerant FPGA Architecture Using Component-Specific Mapping [Электронный ресурс]. – URL: <http://thesis.library.caltech.edu/7226> (дата обращения: 11.11.2014).

5. Тюрин С.Ф. Логические элементы для реализации систем функций в ПЛИС FPGA // Проектирование и технология электронных средств. – 2013. – № 4. – С. 33–37.

6. Системная реализация логики в ПЛИС FPGA / С.Ф. Тюрин, А.Ю. Городилов, О.А. Громов, А.А. Сулейманов // Вестник Перм. ун-та. Сер. Математика. Механика. Информатика. – 2013. – № 4. – С. 85–90.

7. Дж. Д. Ульман. Вычислительные аспекты СБИС / пер. с англ. А.В. Неймана; под ред. П.П. Пархоменко. – М.: Радио и связь, 1990. – 480 с.

8. Tyurin S.F., Grekov A.V., Gromov O.A. The principle of recovery logic FPGA for critical applications by adapting (3). – P. 328–332. DOI: 10.5829/idosi.wasj.2013.26.03.13474

9. Tyurin S.F., Gromov O.A. A residual basis search algorithm of fault-tolerant programmable logic integrated circuits // Russian Electrical Engineering. – 2013. – 84 (11). – P. 647–651. DOI: 10.3103/S1068371213110163

РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ДЕЛОВЫХ ИГР: АВТОМАТНАЯ МОДЕЛЬ

Студенты гр. БИ-11-1 Д.Д. Кожевников, Н.В Красилич
Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *О.Л. Викентьева*
Национальный исследовательский университет «Высшая
школа экономики», Пермский филиал

Современное образование предполагает широкое внедрение активных методов обучения с целью развития у обучающегося навыка самостоятельного принятия решений в реальных условиях. Одним из наиболее широко используемых способов активизации учебного процесса являются деловые игры, которые воссоздают реальные ситуации, имеющие место в профессиональной деятельности. В процессе деловой игры студентам приходится на практике использовать полученные ранее знания и компетенции для решения задач, которые перед ними ставит деловая игра.

В 2013 г. было разработано определение, которое является на сегодня одним из наиболее популярных в мире. «An Exploratory Taxonomy of Business Games» дает определение деловой игре как игре в бизнес-среде, которая приводит к следующим результатам: обучение игроков бизнес-навыкам и/или оценка (качественная или количественная) способностей игроков [1]. Данное определение достаточно популярно за рубежом, однако в России обычно пользуются другими определениями.

Классическое определение деловой игры согласно Я.М. Бельчикову и М.И. Бирштейн звучит следующим образом. Деловая игра – метод имитации принятия решений руководящих работников или специалистов в различных производственных ситуациях, осуществляемый по заданным правилам группой людей или человеком с ПК в диалоговом режиме, при наличии конфликтных ситуаций или информационной неопределенности [2].

Для реализации модели производственной и управленческой деятельности, предназначенной для отработки профессиональных

компетенций студентов, на кафедре информационных технологий в бизнесе НИУ ВШЭ-Пермь был создан проект «Студия компетентных деловых игр» (далее – СКДИ), который позволяет формировать и проверять компетенции, используя деловые игры, построенные на основе реальных бизнес-процессов.

Структурная схема СКДИ представляет собой набор взаимосвязанных подсистем, каждая из них имеет собственную зону ответственности за тот или иной функционал.

Подсистема проектирования отвечает за подготовительный этап деловой игры. Используя описания реальных бизнес-процессов, производственных стандартов и прочих исходных материалов, данная подсистема должна предоставить следующим подсистемам сценарий деловой игры, описание правил, целей игры, а также полный комплекс учебно-методических и контрольно-измерительных материалов [3].

В подсистеме проектирования находится автоматная модель, которая отвечает за формирование логики выполнения и проведения деловой игры. Данная модель необходима для перехода от модели реального бизнес-процесса (унифицированного бизнес-процесса) к модели учебного бизнес-процесса (унифицированного учебного), а затем к алгоритму проведения деловой игры.

Автоматная модель отвечает за логику выполнения и проведения деловой игры. Она позволяет впоследствии реализовать процесс принятия решений участниками деловой игры в подсистеме проведения.

Прежде чем рассмотреть автоматную модель и алгоритмы ее функционирования более подробно, необходимо обратиться к уже разработанным языкам описания унифицированных бизнес-процессов (УБП) и унифицированных учебных бизнес-процессов (УУБП).

Язык описания унифицированного бизнес-процесса состоит из двух метамоделей: «Последовательность операций» и «Операция». Описание языка представлено в табл. 1.

Таблица 1

Язык описания унифицированных бизнес-процессов

Мета модель	Элемент	Описание
Последовательность операций	Начало БП	Итерация бизнес-процесса конечна, поэтому необходимо выделить начало и конец итерации, для чего используются объекты «Начало БП» и «Завершение БП»
	Операция	Данный объект отражает активность в бизнес-процессе
	Условие	Иногда выбор следующей операции зависит от выхода предыдущей операции, который может быть произведен с помощью некоего условия, которое поможет определить дальнейшие действия
	Завершение БП	Итерация бизнес-процесса конечна, поэтому необходимо выделить начало и конец итерации, для чего используются объекты «Начало БП» и «Завершение БП»
Операция	Контрагент	Данный объект отражает объекты внешней среды
	Операция	Данный объект отражает активность в бизнес-процессе
	Поток	Потоки отражают используемые и изменяемые ресурсы в операции
	Трудовой ресурс	Трудовой ресурс выполняет операцию
	Информационный ресурс	Информационный ресурс может регламентировать операцию или быть изменен, или добавлен в процессе ее выполнения
	Услуга	Услуга может быть произведена при выполнении операции, а также потреблена или продана
	Товар	Товар может быть получен, произведен или потреблен в процессе выполнения операции
	Финансовый ресурс	Финансовый ресурс может уменьшаться или увеличиваться с выполнением операции
	Оборудование	Отражает оборудование, необходимое для выполнения операции

Язык описания унифицированных учебных бизнес-процессов состоит из трех метамodelей: «Операция», «Карта операций» и «Точка принятия решений». Описание языка представлено в табл. 2.

Метамodelь «Операция» полностью идентична аналогичной модели в языке описания унифицированных моделей. Метамodelь «Карта операция» представляет собой многовариантную последовательность операций, чередующихся с точками принятия решения. Метамodelь «Точка принятия решения» позволяет декомпозировать соответствующий объект в «Карте операций».

Таблица 2

Язык описания унифицированных учебных бизнес-процессов

Метамodelь	Элемент	Описание
Карта операций	Начало БП	Означает начало активности бизнес-процесса
	Конец БП	Означает завершение активности бизнес-процесса и то, что все необходимые для достижения цели бизнес-процесса операции были выполнены
	Операция	Некоторое действие, необходимое для достижения цели бизнес-процесса
	Точка принятия решения	Означает момент принятия игроком решения о следующей операции, реализует механизм многовариантности развития событий
Точка принятия решения	Начало БП	Означает начало активности бизнес-процесса, при котором сразу же появляется необходимость выбора следующей операции
	Вызывающую операцию	Операция, за которой наступает момент выбора следующей операции
	Реакция	Означает некоторое решение или действие игрока или его оппонента, организует диалог между последними и приводит к результирующей операции или концу бизнес-процесса
	Результирующая операция	Содержит один из возможных при данном стечении обстоятельств вариантов развития событий в бизнес-процессе
	Завершение БП	Содержит один из возможных при данном стечении обстоятельств вариантов развития событий в бизнес-процессе, а именно его конец, т.е. то, что все необходимые для достижения цели бизнес-процесса операции были выполнены

Для реализации процесса принятия решений автоматная модель использует язык логических схем алгоритмов (ЛСА). Данный язык представляет собой строго формализованное описание бизнес-процесса в контексте деловой игры. Последовательность операторов, записанных на языке ЛСА, реализует алгоритм управления деловой игрой. Автоматная модель генерирует выражение ЛСА на основании модели унифицированного учебного бизнес-процесса, которая получается из модели унифицированного бизнес-процесса. Обе модели – УБП и УУБП – описываются при помощи специально разработанных предметно-ориентированных языков. Схема работы автоматной модели представлена на рис. 1.

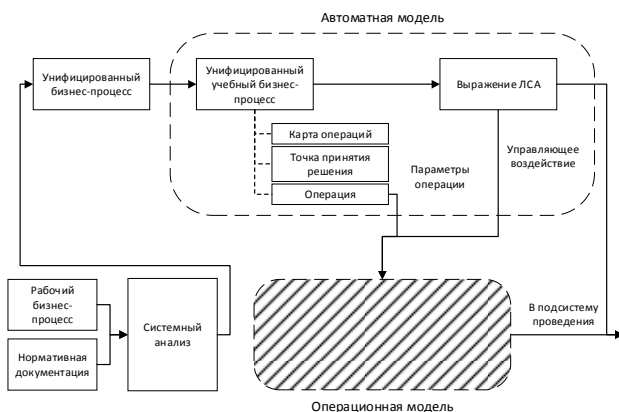


Рис. 1. Схема окружения автоматной модели

Чтобы реализовать автоматную модель, было принято решение разработать интерактивный редактор визуальных моделей, в котором пользователь сможет описать при помощи разработанной нотации желаемый бизнес-процесс. Далее автоматная модель анализирует полученное описание унифицированного бизнес-процесса и трансформирует его в унифицированный учебный бизнес-процесс. После этого описание УУБП преобразуется в ЛСА.

Интерфейс разработанного редактора представлен ниже (рис. 2). Работа с редактором начинается с создания модели УБП, используя элементы, расположенные на соответствующей вкладке панели элементов. После чего по нажатии кнопки «ТВР», расположенной в правой части верхней панели инструментов, происходит генерация

модели УУБП. Рядом с кнопкой «ТВР» также находится кнопка «ALS», которая вызывает процедуру генерации ЛСА. В правой части экрана располагается панель атрибутов, отображающая для редактирования свойства выделенного объекта.

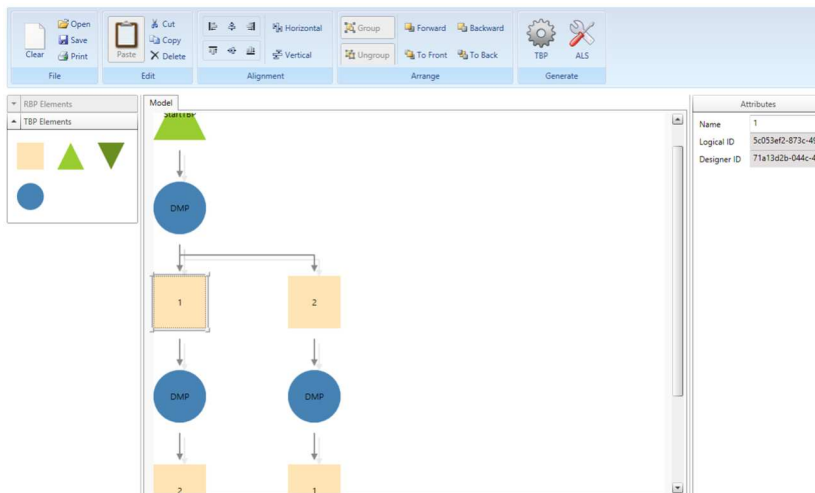


Рис. 2. Схема окружения автоматной модели

Редактор был разработан в среде Visual Studio 2013 на объектно-ориентированном языке программирования C#. Редактор использует архитектурный шаблон MVVM, который реализуется при помощи системы WPF. Представление (графическая визуализация данных) выполнена при помощи языка разметки XAML, а модель данных, как и модель представления, реализована в виде классов на языке C#.

Библиографический список

1. Greco M., Baldissin N., Nonino F. An Exploratory Taxonomy of Business Games // Simulation & Gaming. – Thousand Oaks: Sage Publications, Inc., 2013.
2. Бельчиков Я.М., Бирштейн М.И. Деловые игры. – Рига: Авотс, 1989.
3. Викентьева О.Л., Дерябин А.И., Шестакова Л.В. Концепция студии компетентностных деловых игр // Современные проблемы науки и образования. – М.: НИУ ВШЭ, 2013.

ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ ПРОДУКТОВЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИННОВАЦИЙ

Студенты гр. ИСУП-14-2м М.А. Докшина, С.В. Козлова

Научный руководитель – д-р техн. наук,

профессор *И.Г. Севастьянова*

Пермский национальный исследовательский

политехнический университет

Устойчивое экономическое и социальное развитие и адаптация компаний к изменяющимся рыночным условиям находятся в непосредственной зависимости от особенностей маркетинга инноваций, которые вытекают из особенностей инновационного процесса.

В общем виде инновационный процесс может быть представлен последовательной цепью событий, в ходе которых новшество реализуется от идеи до конкретного продукта, технологии или услуги и распространяется в хозяйственной практике (рис. 1).



Рис. 1. Структура инновационного процесса

Инновационный процесс не заканчивается первым появлением на рынке нового продукта, услуги или доведением до проектной мощности новой технологии. По мере распространения в экономике нововведение совершенствуется, приобретает новые потребительские свойства, что открывает для него новые области применения, новые рынки, а значит, и новых потребителей.

Самая мощная из воздействующих сил на современные организации связана с технологией [1]. Поэтому одним из ключевых аспектов современного маркетинга является ориентация на тенденции развития не только продуктовых, но и технологических инноваций. Существующие модели развития продуктовых и технологических инноваций предоставляют менеджерам выбор, который зависит от целей, критериев успеха, размеров, отраслевой направленности, ресурсных возможностей компании, рыночных отношений.

Так, «линейная» модель [5] рассматривает инновацию как процесс, начинающийся с возникновения идеи, проходящий стадии промышленных НИОКР, инженерных разработок, производства и заканчивающийся приемлемым рынком продукта или технологии (рис. 2). Она адекватна условиям неразвитой рыночной инфраструктуры и несовершенства рыночных механизмов, когда для обеспечения эффективности инновационного развития первостепенное значение имеют системные структурные взаимодействия, поддерживающие преемственность стадий и непрерывность процессов во времени.



Рис. 2. «Линейная» модель инновационного процесса

Инновационные компании, заинтересованные в формировании и поддержании постоянного потока нововведений, при прогнозировании спроса на новый продукт или технологию фокусируют свое внимание не только на успешном определении сегментов рынка, но и на условиях, в которых находятся потребители, принимающие решение о покупке [3]. Требование понимания и оценки производителем потребительских нужд является стимулом для фокусированных НИОКР [5]. В этом случае НИОКР играют реактивную роль, приводя к появлению новых продуктов и технологий (рис. 3).

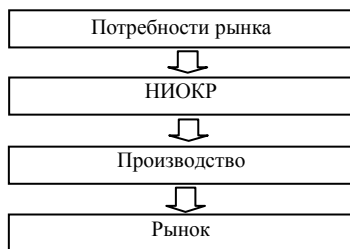


Рис. 3. Модель инициированных потребителем продуктовых инноваций

В условиях глобализации мировой экономики у высококонкурентных и динамично развивающихся отраслей интерес к модели инициированных потребителем продуктовых инноваций ослабевает. Это связано с тем, что на протяжении продолжительного отрезка времени инновационной деятельности свойственна цикличность [2]. Соответствовать новой архитектуре бизнес-среды и разрабатывать разумные сценарии для обсуждения альтернативных вариантов маркетинговых решений помогает модель цикличности инновационной деятельности (рис. 4).



Рис. 4. Модель цикличности инновационной деятельности

Улучшение параметров технологий имеет определенные границы или, так называемые технологические пределы. Со временем технологический потенциал иссякает и происходит прогрессирующее замедление отдачи инвестиций. Таким образом, инновационный цикл может начинаться заново неоднократно, и развитие может продолжаться непрерывно при условии, что пределы ставит технология.

Когда расхождение между замещаемой и замещающей технологиями не может быть сокращено увеличением инвестиций в отстающую технологию, то появляется технологический разрыв [6]. Появлению технологических разрывов способствуют новые открытия или препятствия на пути прогресса. Технологический разрыв может произойти также в результате появления подрывных технологий, которые предлагают нечто новое.

К компаниям, научившимся преодолевать технологические разрывы, можно отнести Intel Corporation. Компания является передовым разработчиком электронных устройств и компьютерных компонентов. Продукты, возникающие на разных уровнях технологической зрелости, варьируются от тех, которые разрабатываются в настоящее время и проходят стадию дальнейшего усовершенствования, до продуктов следующего поколения и вплоть до совершенно новых продуктов.

Одним из важных моментов научно-исследовательской деятельности является риск в необходимости выбора из существующей массы основных открытий тех, которые будут соответствовать техническому прогрессу в будущем. Эта задача является достаточно сложной, так как имеющиеся изобретения находятся на различных стадиях годности к практическому внедрению, неодинаковы их инновационный потенциал и экономическая эффективность. Так случилось и с графеновым транзистором. Специалисты Манчестерского университета в Англии под руководством профессора Андре Гейма создали самый маленький в мире транзистор. Он представляет собой структуру из графена – материала, состоящего из одного слоя атомов углерода. Чем меньше размеры, тем выше быстродействие. Достижение исследователей делает возможным создание сверхбыстрых микропроцессоров с невысоким энергопотреблением. Однако сегодня не существует эффективных методик для формирования элементов размером в несколько нанометров, подобных традиционной литографии. Так что появление микрочипов на основе графеновых транзисторов предположительно ожидают не ранее 2025 г.

Кроме того, научно-технический прогресс часто принимает форму мелких нововведений, в совокупности обладающих кумулятивным эффектом. Поэтому итоговый технологический сдвиг связан с последовательными малыми усовершенствованиями, которые, как показывает опыт [4], в наибольшей степени отвечают запросам промежуточного и конечного потребителя. Ярким примером является пылесос. Данный прибор прошел длинный путь изменений и модификаций от маленьких ручных пылесосов, пылесосов с циклонным принципом действия, с функциями влажной уборки до полной автоматизации прибора и появления на свет робота-пылесоса. От степени удовлетворения требований промежуточных рынков, связанных с дальнейшим производственным потреблением, и рынков конечного потребителя, зависит благополучие компании. Здесь необходимо по-

нимать, какие научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы следует осуществлять.

Следует иметь в виду также, что систематическое обновление продукции на традиционных рынках концентрирует в себе как концептуальные разработки, так и текущие усовершенствования. Это обычно приносит основную долю доходов. К примеру, на пути существования сотового телефона аппарат неоднократно подвергался регулярным изменениям: уменьшались размеры, толщина телефонов, появлялись новые функции (воспроизведение музыки, фотокамера, навигация), резистивные и емкостные сенсорные экраны, возможность использования двух сим-карт.

Таким образом, способность добиваться конкурентного преимущества и сохранять его в условиях глобального характера экономической конкуренции зависит от освоения новых наукоемких видов продукции и технологий. Одним из решающих факторов такого успеха компаний является консолидация научно-технического и рыночного аспектов своей деятельности, позволяющих определять и удовлетворять требования промежуточных рынков и рынков конечного потребителя.

Библиографический список

1. Аметистов Е.В., Дмитриев А.С. Высокие технологии – путь к процветанию // Инновации. – 2004. – № 5. – С. 46–51.
2. Баркер А. Алхимия инноваций: пер. с англ. – М.: Вершина, 2004. – 224 с.
3. Инновационный менеджмент: Концепции, многоуровневые стратегии и механизмы инновационного развития: учеб. пособ. / под ред. В.М. Аньшина, А.А. Дагаева. – М.: Дело, 2006. – 584 с.
4. Кристенсен К. Дилемма инноватора: пер. с англ. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2004. – 239 с.
5. Foxall G.R. Marketing new technology: Markets, Hierarhies and userinitiated innovation // Managerial and decision economics. – 1988. – Vol. 9. – P. 237–250.
6. Foxall G.R. A conceptual extension of the customer – active paradigm // Technovation. – 1986. – № 4. – P. 17–27.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПЛАНА РАБОТЫ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ ВУЗА

Студентка гр. АСУ-11-16 Г.И. Мадатова
Научный руководитель – ассистент *И.С. Полевщиков*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Индивидуальный план работы преподавателя определяет организацию труда и является основным документом по планированию и учету труда преподавателя. Он разрабатывается лично каждым преподавателем: заведующим кафедрой, заместителем заведующего кафедрой, профессором, доцентом, старшим преподавателем, ассистентом. План обсуждается на заседании кафедры и утверждается заведующим кафедрой до начала учебного года.

В пределах установленного годового бюджета рабочего времени преподаватель выполняет все виды учебной, учебно-методической, организационно-методической, научно-исследовательской и воспитательной работы в соответствии с занимаемой должностью, реализуемыми образовательными программами и планами работы кафедры и вуза.

Отметки о выполнении определенных видов работ проставляются преподавателем в течение семестра по мере выполнения. По завершении семестра преподаватель составляет отчет о выполненной работе.

По окончании учебного года преподаватель представляет отчет и свои предложения по итогам года заведующему кафедрой. На заседании кафедры дается оценка деятельности преподавателя, отмечается качество выполнения учебной, методической, научной и других видов работ, указываются замечания, которые необходимо учесть при составлении плана на новый учебный год.

На рис. 1 приведена диаграмма вариантов использования языка UML [1–3], отображающая процесс формирования индивидуального плана работы преподавателя на текущий момент времени.

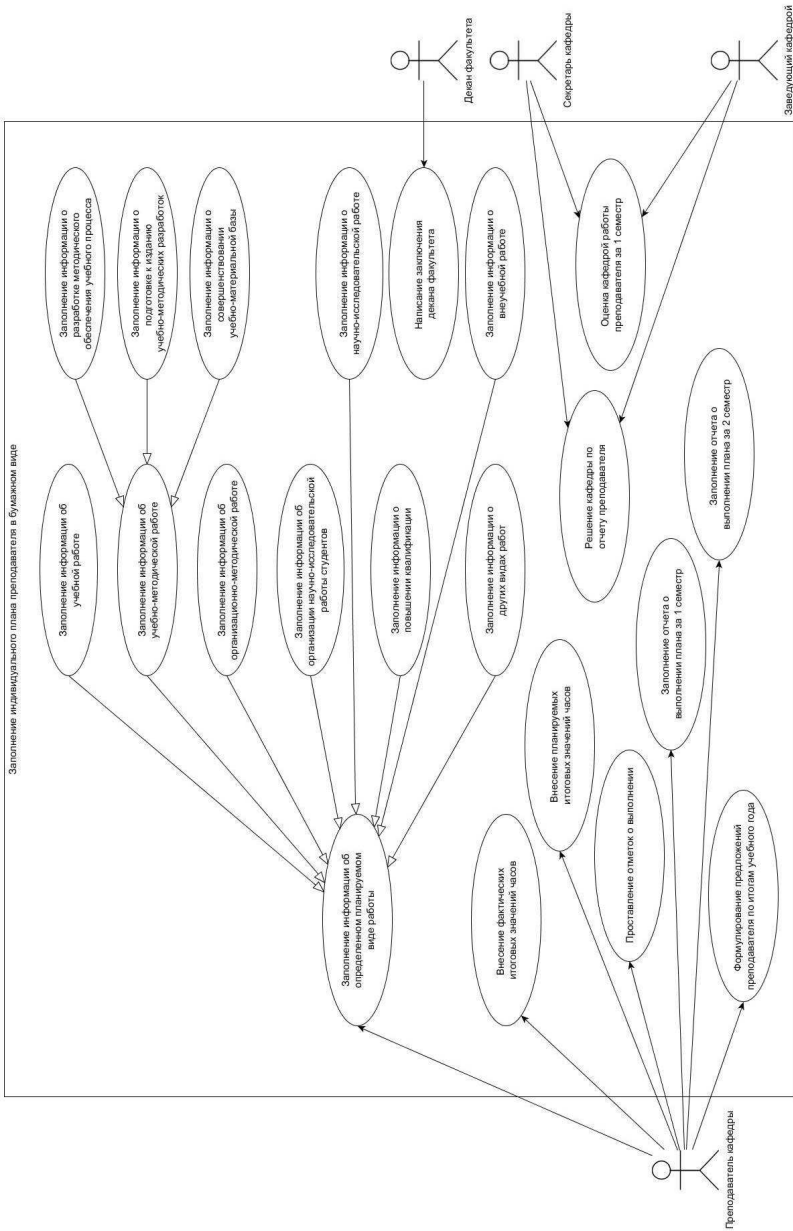


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования до внедрения автоматизированной системы

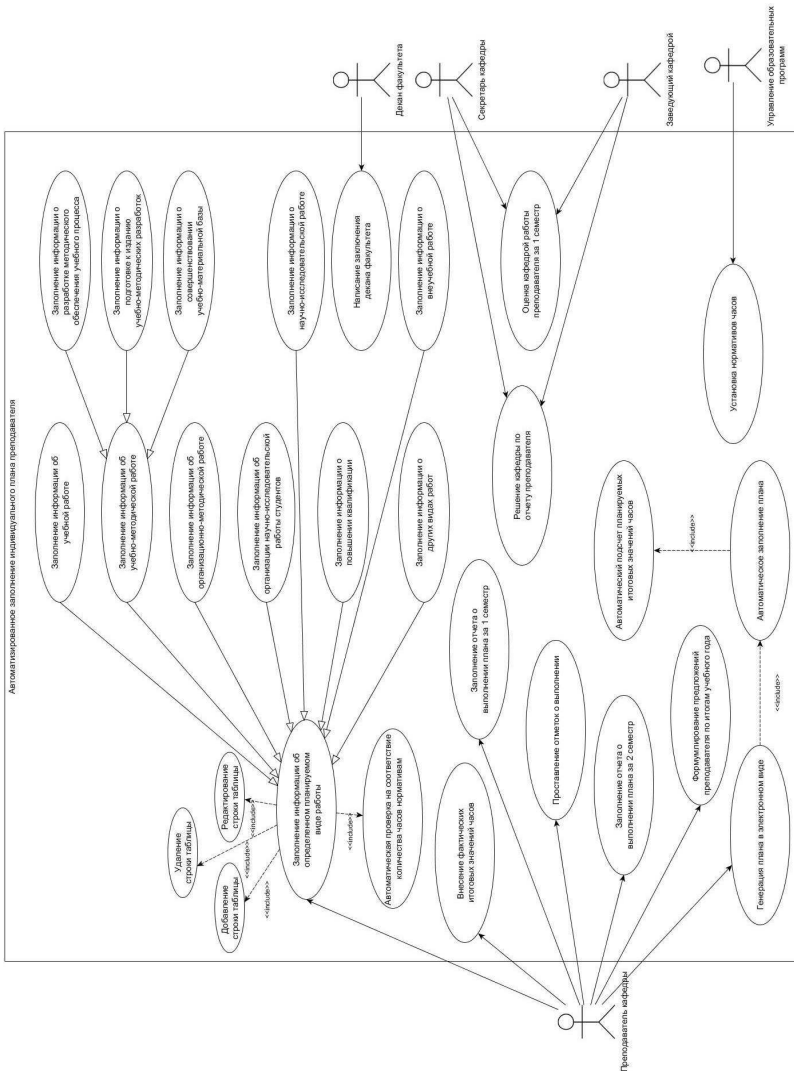


Рис. 2. Диаграмма вариантов использования после внедрения автоматизированной системы

К недостаткам процесса формирования индивидуального плана преподавателя на текущий момент времени можно отнести следующее:

1) поскольку заполнение индивидуального плана осуществляется в бумажном виде, то достаточно сложно осуществлять какие-либо исправления в данном документе;

2) необходимо вручную производить расчет различных итоговых значений часов (например, итоговых планируемых значений часов по каждому виду работы преподавателя);

3) необходимо вручную производить проверку полученных итоговых значений часов на соответствие нормативам (например, насколько планируемое суммарное значение часов по всем видам работ соответствует норме часов, отводимых на одну ставку).

С целью устранения указанных выше недостатков было принято решение о создании автоматизированной системы формирования индивидуального плана, которая позволила бы сделать процесс формирования этого плана более эффективным.

На рис. 2 приведена диаграмма вариантов использования языка UML, отображающая процесс формирования индивидуального плана работы преподавателя после внедрения автоматизированной системы.

Как видно на рис. 2, программа автоматически подсчитывает необходимые итоговые значения часов и производит проверку значений часов на соответствие нормативам. Создаваемая автоматизированная система позволит хранить информацию в структурированном виде с помощью базы данных, поэтому данную информацию в дальнейшем возможно будет использовать для анализа и для составления других видов отчетов.

В ближайшее время планируется реализация программного и информационного обеспечения данной автоматизированной системы.

Библиографический список

1. Файзрахманов Р.А., Архипов А.В. Проектирование автоматизированных информационных систем на основе объектно-ориентированного подхода: учеб. пособие. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2011. – 222 с.

2. Орлов С.А., Цилькер Б.Я. Технологии разработки программного обеспечения: учебник для вузов. – 4-е изд. – СПб.: Питер, 2012. – 608 с.

3. Леоненков А.В. Самоучитель UML. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 432 с.

РАЗРАБОТКА АНАЛИТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ: ЭТАП НОРМАЛИЗАЦИИ

Студент гр. **БИ-11-1 Р.А. Нестеров**

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент *Л.Н. Лядова*
Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Пермский филиал

В настоящее время существует множество различных нотаций, которые могут применяться для разработки графических моделей бизнес-процессов, как-то: IDEF0 – для отображения логических отношений между операциями бизнес-процессов; DFD, предназначенная для графического отображения потоков данных в рассматриваемом процессе и его операциях; eEPC, ключевым звеном в которой являются события, и т.д. Однако построение аналитических или численных моделей для графических моделей больших размерностей с целью их дальнейшего исследования может вызвать значительные затруднения и занять значительный объем времени. Помимо масштаба модели другой возможной причиной затруднений перехода к аналитическому представлению графических моделей бизнес-процессов может выступать недостаток необходимых данных для анализа.

При наличии аналитического представления модели бизнес-процесса (например, в виде системы дифференциальных уравнений) получать показатели для проведения многоаспектного исследования моделей бизнес-процессов будет проще, поскольку аналитическое представление подразумевает представление модели в строго формализованном виде, который можно эффективно и автоматизированным образом обработать с применением различных математических пакетов, а именно: MatLab, Maple, MathCAD и т.д. Но если имеется масштабная модель бизнес-процессов, представленная в какой-либо нотации, то намного усложняется собственно переход к соответствующей аналитической модели, поэтому существует проблема получения формализованного аналитического представления моделей бизнес-процессов, которые будут применимы для дальнейшего исследования.

На сегодняшний день существуют частные решения задачи получения аналитического представления для графических моделей

бизнес-процессов, разработанных с помощью некоторых нотаций, а именно (ниже перечислены наиболее распространенные):

- 1) аналитическая модель телекоммуникационной сети [1, 2, 3];
- 2) представление бизнес-процесса в виде одноцветной сети Петри [4];
- 3) представление бизнес-процесса в виде раскрашенной сети Петри [5];
- 4) применение средств и инструментов имитационного моделирования [6].

После анализа данных методологий было установлено, что выделяются два основных этапа при получении и разработке аналитического представления для визуальной модели бизнес-процесса:

- 1) нормализация исходной модели бизнес-процесса;
- 2) собственно переход к аналитической модели бизнес-процесса, пригодной для обработки средствами и инструментами математических программных пакетов.

На этапе нормализации, по сути, выполняется проверка исходной модели на соответствие определенному набору требований, и при наличии несоответствий данным требованиям применяется механизм нормализации

В соответствии с данными этапами была разработана схема организации потока управления (бизнес-архитектура) механизма получения аналитической модели для исходной графической модели бизнес-процесса, представленная на рис. 1.

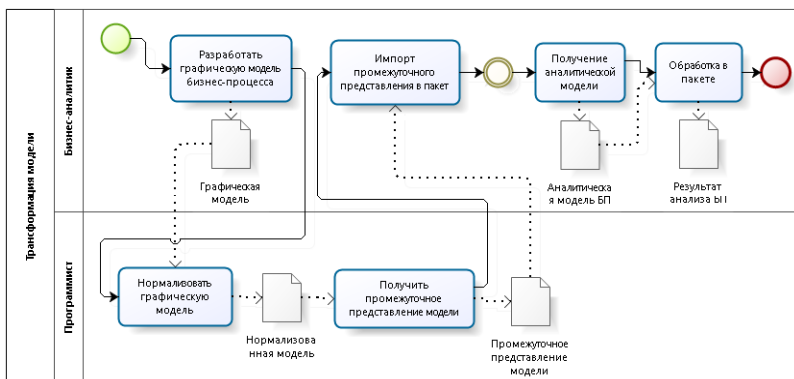


Рис. 1. Организация потока управления (Вариант №1)

Из данной архитектуры видно, что нормализация исходной модели выполняется напрямую на основе исходной графической модели, но для этого необходимо решить задачу манипуляции графическими элементами модели бизнес-процесса в соответствии с требованиями. Одним из возможных решений данной проблемы может являться нормализация не исходного графического представления, а промежуточного представления модели, т.е. задача нормализации исходной модели бизнес-процесса будет решена уже после получения промежуточного представления модели, в таком случае общая модель архитектуры примет следующий вид, представленный на рис. 2.

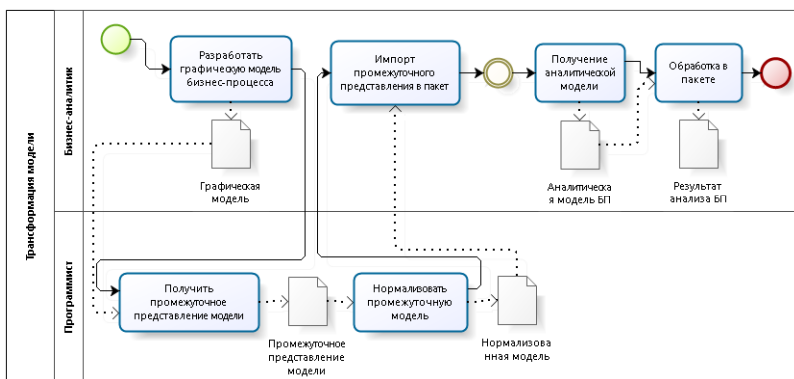


Рис. 2. Организация потока управления (Вариант №2)

В рамках второго варианта модели общей архитектуры необходимо решить задачу нормализации исходной модели бизнес-процесса несколько в ином ключе – обработать промежуточное представление графической модели, полученное ранее, но в то же время при таком механизме нормализации снижается участие человека в данном процессе, тем самым снижаются возможные временные затраты, связанные с нормализацией исходной модели.

В соответствии с данной архитектурой программная система, реализующая генерацию аналитического представления для исходной визуальной модели бизнес-процесса, будет включать следующие компоненты:

- 1) компонент получения промежуточного представления модели в XML-формате;
- 2) компонент нормализации промежуточного представления в соответствии с определенными требованиями;
- 3) компонент ввода дополнительных данных (показателей и характеристик) модели бизнес-процесса;
- 4) компонент загрузки и обработки итогового промежуточного представления модели в математическом программном пакете.

Далее в данной работе будет подробнее рассмотрен компонент нормализации промежуточного XML-представления визуальной модели бизнес-процесса. Выше было отмечено, что нормализация является проверкой на соответствие требованиям, а поскольку входным документом для компонента нормализации является XML, то ее можно выполнить следующими путями:

- 1) применение XSD-схемы [7];
- 2) программная проверка средствами языка программирования C#.

С помощью XSD-схем выполняется проверка правильности структуры XML-представления модели, а также указание обязательных атрибутов и соответствие типов, а с помощью программной проверки выполняется более сложная валидация, как-то:

- 1) единственность стартового элемента исходной модели бизнес-процесса;
- 2) корректность наличия и отсутствия взаимных связей между элементами модели.

Найденные в ходе работы алгоритма нормализации модели бизнес-процесса неточности будут выведены в журнал (лог) работы компонента нормализации с помощью специальной библиотеки log4net [8], который на данный момент представляется в TXT-документе.

В таблице представлены основные структуры данных, которые были использованы при разработке компонента нормализации моделей бизнес-процессов, а листинг 1 содержит фрагмент примера файла журнала (лога) работы данного компонента.

Структуры данных

Наименование структуры/типа данных	Программная реализация С#	Применение
Основной объект для ведения лога работы приложения	<code>ILog log = LogManager.GetLogger(typeof(XMLValidation));</code>	Ведение журнала валидации XML-представления модели
Объектная модель XML-документа	<code>XmlDocument doc = new XmlDocument();</code>	Программная валидация XML-представления модели
Узел XML-документа	<code>XmlNode root = doc.DocumentElement</code>	
Упорядоченная коллекция узлов XML-документа	<code>XmlNodeList labelsList = root.SelectNodes("/");</code>	
Настройки для чтения XML-документа с применением XSD	<code>XmlReaderSettings r; r.ValidationType = ValidationType.Schema; readerSettings.Schemas.Add(null, schemaFile);</code>	Валидация XML-представления модели по XSD-схеме

```

Листинг 1. Фрагмент журнала работы компонента нормализации
2015-04-19 14:50:39,634 [10] INFO
XMLValidation.XMLValidation – ===== Выполняется проверка связности процессов модели =====
2015-04-19 14:50:39,636 [10] DEBUG
XMLValidation.XMLValidation – Файл модели FinOutput.xml успешно загружен
2015-04-19 14:50:39,636 [10] DEBUG
XMLValidation.XMLValidation – Информация о процессах и соединительных элементах загружена
2015-04-19 14:50:39,638 [10] INFO
XMLValidation.XMLValidation – ===== Проверка связности процессов модели завершена =====
2015-04-19 14:50:39,639 [10] INFO
XMLValidation.XMLValidation – ===== Выполняется проверка однозначности стартового процесса модели =====
2015-04-19 14:50:39,640 [10] DEBUG
XMLValidation.XMLValidation – Файл модели FinOutput.xml успешно загружен

```

2015-04-19 14:50:39,640 [10] DEBUG
XMLValidation.XMLValidation – Информация о процессах извлечена
2015-04-19 14:50:39,641 [10] INFO
XMLValidation.XMLValidation – Подтверждена однозначность стар-
тового процесса модели
2015-04-19 14:50:39,641 [10] INFO
XMLValidation.XMLValidation – Процесс 2650 распознан как
стартовый
2015-04-19 14:50:39,641 [10] INFO
XMLValidation.XMLValidation – ===== Проверка однозначности стар-
тового процесса модели завершена =====
2015-04-19 14:50:39,641 [10] INFO
XMLValidation.XMLValidation – ===== Выполняется проверка связно-
сти процессов модели и хранилищ данных =====
2015-04-19 14:50:39,642 [10] DEBUG
XMLValidation.XMLValidation – Файл модели FinOutput.xml успешно
загружен
2015-04-19 14:50:39,643 [10] DEBUG
XMLValidation.XMLValidation – Информация о хранилищах данных
и коннекторах извлечена
2015-04-19 14:50:39,643 [10] INFO
XMLValidation.XMLValidation – ===== Проверка связности хранилищ
данных и процессов модели =====

В дальнейшем данный лог-файл предполагается использовать для внесения содержательных изменений в исходную визуальную модель бизнес-процесса в случае обнаружения несоответствий. Необходимо отметить, что текстовое представление файла журнала является не самым удобным для работы с ним, поэтому предполагается также разработать механизм получения структурированного представления лог-файлов, пригодного для анализа с точки зрения наличия несоответствий с требованиями, которые предъявляются к нормализованной модели.

Библиографический список

1. Poryazov S. What is Offered Traffic in a Real Telecommunication Network? // Proceedings of ITC19/Performance Challenges for Efficient Next Generation Networks. – 2005. – P. 707–718.

2. Poryazov S. Towards Useful Overall Network Teletraffic Definitions // International Journal «Information Technologies and Knowledge». – 2008. – Vol. 2. – P. 193–199.

3. Poryazov S. The overlaying free terminal states concept // Proceedings of a Conjoint Seminar “Modeling and Control of Information Processes”. – 2009. P. 110–116.

4. Дорпер М.Г. Алгоритм преобразования моделей бизнес-процессов в одноцветные сети Петри // Моделирование и анализ информационных систем. – 2010. – Т. 17, вып. 2. – С. 5–16.

5. Zhou W., Yang F., Zhu Y. A transformation method of OPM Model to CPN Model for System Concept Development // Proceedings of the First International Conference on Information Science and Electronic Technology (ISET). – 2015. – P. 98–102.

6. Ланцев Е.А., Дорпер М.Г. Агентное имитационное моделирование бизнес-процессов в нотации eEPC // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2103. – Т. 3, вып. 85. – С. 86–92.

7. W3C XML Schema Definition Language (XSD) 1.1 Part 1: Structures // W3C Recommendations [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.w3.org/TR/xmlschema11-1/> (дата обращения: 21.04.2015).

8. Apache log4net Manual: Introduction // Apache Logging Services [Электронный ресурс]. – URL: <http://logging.apache.org/log4net/release/manual/introduction.html> (дата обращения: 23.04.2015).

ОБЗОР ПОДХОДОВ ДЛЯ АНАЛИЗА И ВЫРАБОТКИ ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ОКАЗАНИЯ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ

Студентка гр. АСУЗ-14-1м М.А. Плотникова
Научный руководитель – д-р экон. наук,
профессор *Р.А. Файзрахманов*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Развитие медицинской техники и технологии приводит к интенсификации работы сотрудника медицинского учреждения, специалисты сталкиваются с проблемой обработки, анализа и учета больших объемов данных, что, несомненно, влияет на качество оказания медицинских услуг. Например, специалисты Бостонской клиники Brigham and Women's Hospital рассказывают о том, насколько огромны данные в сфере здравоохранения: сегодня в мире насчитывается более 10 тыс. заболеваний, свыше 3 тыс. лекарственных препаратов, 300 различных радиологических процедур и 1 тыс. лабораторных исследований [1]. Поэтому принятие правильных управленческих решений может поднять качество медицинской помощи. Задача обеспечения медицинских учреждений системами поддержки принятия решений (СППР) остается актуальной.

В сфере здравоохранения можно выделить несколько задач, для решения которых можно использовать системы поддержки принятия решений [2]:

- управление различными составляющими элементами ЛПУ (лаборатории, коечный фонд, расходные материалы и т.д.);
- помощь в диагностике заболеваний;
- помощь в выборе методов лечения на основе накопленной статистики и экспертных знаний;
- снижение рисков, связанных с медикаментозным лечением.

Система здравоохранения – слабоструктурированная система, так как в ней содержится множество взаимосвязанных факторов и отсутствует достаточное число количественной информации. Рассмотрим методы, которые чаще всего используются для анализа и выработки предложений в СППР слабоструктурированных систем:

– интеллектуальный анализ данных – обнаружение в сырых данных ранее неизвестных, нетривиальных, практически полезных и доступных интерпретаций знаний, необходимых для принятия решений в различных сферах человеческой деятельности [3];

– когнитивный анализ данных – его особенность в том, что при когнитивном анализе данных в процесс построения обоснованных аналитических выводов вовлекается человек с учетом его психофизиологических возможностей [3].

Целью данной статьи является оценка применимости подходов для повышения качества медицинской помощи, которые используются в данных методах.

• Модель «Дерево решений» – способ математического моделирования, используется в интеллектуальном анализе данных. При использовании данного метода процесс оказания медицинской помощи представляется в виде диаграммы, которая иллюстрирует вероятность каждого из исходов лечения, а также его стоимости применительно к конкретной ситуации. При подходе способом «Дерево решений» не учитывается временной фактор [4]. Чаще всего метод применяется при фармакоэкономическом исследовании, которое рассматривает альтернативные схемы лечения заболеваний и выводит соотношения между затратами и эффективностью, безопасностью, качеством жизни. В результате рассчитываются затраты для достижения желаемой эффективности.

На рис. 1 представлен пример, иллюстрирующий применение метода. Рассматривается лечение болезни с помощью методики А и методики Б, затраты на лечение которыми составляют 2 тыс. рублей и 1,5 тыс. рублей соответственно, а затраты в случае неудачного лечения – 2 тыс. рублей, так как при неэффективности методики пациенту понадобится дополнительное лечение (см. рис. 1). Стоимость лечения по методике Б дешевле на 500 рублей, но вероятность успеха меньше. Для методики А вероятность успеха 90 %, а для методики Б – 50 %. Для лечения методикой А затраты составят $0,9 \cdot 2000 + 0,1(2000 + 2000) = 2200$ рублей. Для лечения методикой Б затраты составят $0,5 \cdot 1500 + 0,5(1500 + 2000) = 2500$ рублей. Таким образом, методика А, несмотря на большую стоимость, представляет собой менее дорогостоящий выбор, т.е. является более фармакоэкономичной.

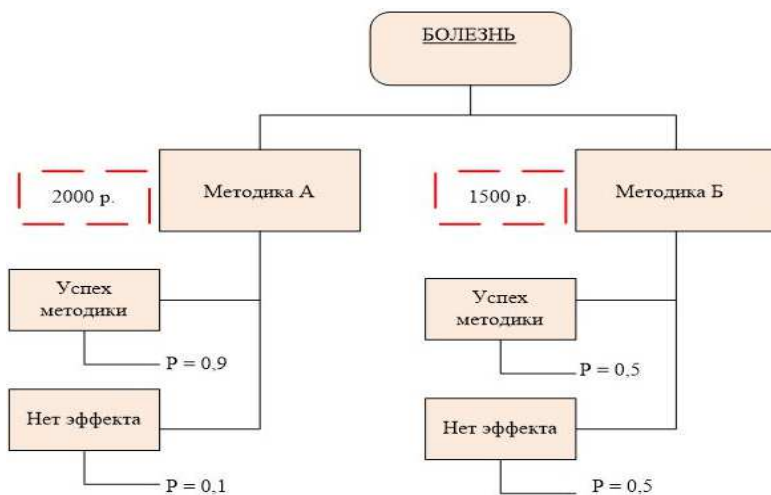


Рис. 1. Диаграмма метода «Дерево решений»

- Модель Маркова – математическая модель, используется в интеллектуальном анализе данных, которая позволяет определить исход заболевания и особенности течения заболевания. Модель строится из состояний и вероятностей перехода из одного состояния в другое в течение данного временного интервала. Модель использует такой параметр, как время, поэтому она часто применяется при изучении хронических заболеваний.

В модели исследуется когорта пациентов, которая находится в некотором начальном состоянии. Интервал исследования делится на равные промежутки, которые называются циклом Маркова.

На рис. 2 и в табл. 1 представлена модель Маркова, которая состоит из трех состояний – «здоровье», «болезнь» и «смерть».

Таблица 1

Результаты перехода из состояния в состояние

Состояние	В начале года	Через 1 год	Через 2 года
«Здоровье»	100	89	79
«Болезнь»	0	10	16
«Смерть»	0	1	5
Итого	100	100	100

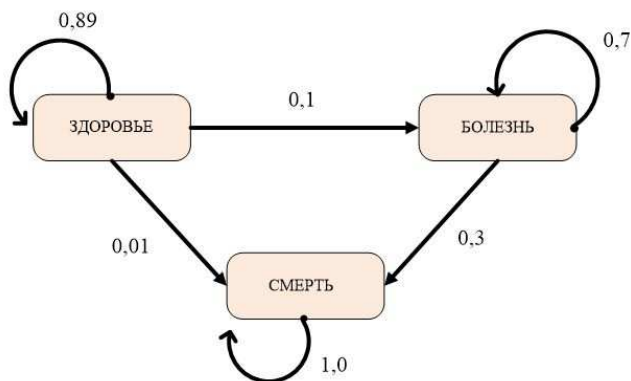


Рис. 2. Пример модели Маркова [4]

Марковский цикл составляет 1 год и исследуется когорта из 100 человек, временной горизонт – 15 лет. Сумма вероятностей переходов из одного состояния в другое всегда равна 1 (см. рис. 2).

- Когнитивная карта – ключевое понятие когнитивного анализа данных, когнитивного моделирования. Представляет собой взвешенный ориентированный граф, в котором вершины взаимоднозначно соответствуют факторам, в терминах которых описывается предметная область, а дуги отображают непосредственные связи (взаимовлияния) между факторами [5].

Когнитивный подход позволяет увидеть и понять логику развития событий при большом количестве взаимосвязанных факторов. Этапы когнитивного анализа: выделение значимых факторов, построение матрицы взаимовлияний полученных факторов, определение начальных тенденций изменения факторов. Разделив факторы на «управляющие» и «наблюдаемые», можно ответить на такие вопросы, как: «Что будет, если сохранятся текущие тенденции изменения факторов?», «Что будет, если приложить определенные управляющие воздействия?», «Какие управляющие воздействия применить, чтобы получить желаемый результат?» и др. Круг решаемых задач при помощи анализа когнитивной карты достаточно широк. В здравоохранении при помощи когнитивной карты могут решаться следующие задачи:

- классификация – постановка диагноза, выявление по состоянию пациента возможности осложнения при операции;

- кластеризация – выделение групп «похожих» пациентов для определения воздействия на них новых методов лечения;
- цензурирование – обнаружение пациентов с не характерной для данного диагноза картиной заболевания;
- прогнозирование – из набора диагностических процедур часть может оказаться избыточной [3] и др.

Пример когнитивной карты представлен на рис. 3.

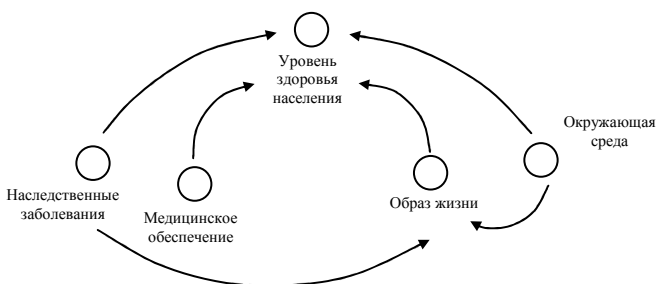


Рис. 3. Пример когнитивной карты

4. Нейронные сети – одно из направлений исследований в области искусственного интеллекта, пытается воспроизвести нервную систему человека, а именно способность обучаться и исправлять ошибки, что должно привести к моделированию работы человеческого мозга.

В процессе обучения база данных модифицируется в базу знаний, так как нейронная сеть приобретает «опыт» решения медицинских задач. Наличие опыта предусматривает возможность правильного решения даже в том случае, если подобная ситуация никогда ранее не встречалась, т.е. прослеживается аналогия с работой врача: опытный интерн поставит диагноз, даже если у пациента имеется искаженная картина симптоматики заболевания [6].

Нейронные сети позволяют повысить качество оказания медицинской помощи путем прогнозирования, диагностики и выбора метода лечения заболевания.

Выполним оценку рассмотренных методов, используя метод анализа иерархий, предложенный Т.Л. Саати. Построим вспомогательную таблицу (табл. 2), которая содержит в себе сравнительную характеристику рассмотренных методов. Результаты анализа методом иерархий представим в табл. 3.

Таблица 2

Сравнительная характеристика

Параметры	Дерево решений	Модель Маркова	Когнитивная карта	Нейронная сеть
Точность	низкая	нейтральная	очень низкая	нейтральная
Масштабируемость	высокая	низкая	нейтральная	низкая
Прозрачность	высокая	высокая	нейтральная	низкая
Трудоёмкость	высокая	нейтральная	низкая	нейтральная
Универсальность	высокая	высокая	очень высокая	низкая
Зависимость от качества исходных данных	высокая	высокая	очень высокая	очень высокая
Экспертный фактор	низкая	низкая	высокая	низкая
Популярность	высокая	высокая	низкая	высокая

Таблица 3

Результаты анализа методом иерархий

Подход	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	k_6	k_7	k_8	%
Дерево решений	0,15	0,56	0,39	0,08	0,21	0,13	0,31	0,31	27,56
Модель Маркова	0,39	0,10	0,39	0,20	0,21	0,13	0,31	0,31	28,08
Когнитивная карта	0,07	0,25	0,15	0,52	0,53	0,38	0,06	0,06	19,08
Нейронная сеть	0,39	0,10	0,07	0,20	0,05	0,38	0,31	0,31	25,28

Опираясь на полученные результаты, можно резюмировать об отсутствии полноценного лидера среди рассмотренных методов. В приоритете группа методов интеллектуального анализа данных. Исходя из этого, решающим фактором при выборе метода является специфика конкретной задачи. Например, для задач классификации и кластеризации более подходящим методом будут методы когнитивного анализа данных, а для задач прогнозирования – методы интеллектуального анализа данных.

Библиографический список

1. Разработка интеллектуальной системы поддержки принятия решений для оказания персонализированной медицинской помощи пациентам на основе онтологий и компьютерных средств представ-

ления знаний / К.В. Быченков, Е.А. Гриценко, Д.М. Мартышкин, О.Л. Сурнин, Т.В. Тяпухина // Проблемы управления и моделирования в сложных системах: тр. XIII Междунар. конф. / Самарский ИЦ РАН. – Самара, 2011.

2. Лялин П.А., Петухов М.Н., Чучкин В.И. Системы поддержки принятия решений в медицине // Научная сессия МИФИ-2008. – Т. 13. – М., 2008.

3. Методы исследования операция и когнитивного анализа данных в решении задач лечебно-профилактических учреждений / В.В. Дюбанов, А.С. Руднев, Е.Н. Павловский, Ю.В. Зозуля, А.С. Самочернова, Д.С. Сандер // Патология кровообращения и кардиохирургия. – 2011. – С. 77–82.

4. Куликов А.Ю., Нгуен Т.Т., Тихомирова А.В. Методология моделирования в фармакоэкономике // Фармакоэкономика. Современная фармакоэкономика и фармакоэпидемиология. – 2011. – № 4. – С. 8–16.

5. Заболотский М.А., Полякова И.А., Тихонин А.В. Когнитивное моделирование – уникальный инструмент для анализа и управления сложными системами (регион, отрасль промышленности, крупное предприятие) // Успехи современного естествознания. – 2005. – № 2.

6. Практическое применение нейронной сети (нейроинформационных технологий) в кардиологической практике / Ф.В. Данилин, Н.В. Ястребова, В.А. Корнякова, Н.И. Федорова, Г.А. Емельянова, Н.Г. Панин, П.Ф. Минаев, Ю.Л. Крюков. – Самара, 2011.

7. Саати Т.Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1993. – 278 с.

ПОДСИСТЕМА ПРОВЕДЕНИЯ СТУДИИ КОМПЕТЕНТНОСТНЫХ ДЕЛОВЫХ ИГР

Студентка гр. БИ 13-1 О.А. Пономарева

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *О.Л. Викентьева*
Национальный исследовательский университет «Высшая
школа экономики», Пермский филиал

Студия компетентностных деловых игр (СКДИ). СКДИ – это программный комплекс, разрабатываемый группой сотрудников и студентов факультета бизнес-информатики Пермского филиала НИУ ВШЭ. Студия представляет собой платформу, на базе которой проводятся деловые игры для пользователей. Актуальность разработки СКДИ обусловлена высоким спросом на рынке деловых игр. В ходе процесса обучения СКДИ вырабатывает у игрока определенные компетенции, способствует закреплению полученных знаний [1]. Это очень важный фактор, благодаря которому пользователь сможет легко и быстро обучаться. В основе СКДИ лежит деловая игра.

Компетентностная деловая игра – это информационная система, целью которой является получение определенного уровня профессиональных компетенций в процессе реализации сценариев, определяемых моделями бизнес-процессов предметной области [2].

Структурная схема СКДИ включает в себя ряд подсистем (рис. 1).



Рис. 1. Структурная схема студии компетентностных деловых игр

Подсистема проведения деловой игры. В студии компетентных деловых игр можно выделить 2 основных составляющих: систему проектирования и систему проведения деловых игр. Подсистема проектирования предназначена для разработки сценариев деловых игр, создания моделей предметных областей, на базе которых выполняются сценарии [3]. Подсистема проведения деловой игры выполняет сценарий игры и загружает необходимые ресурсы, используя модели бизнес-процессов, разработанные в подсистеме проектирования (рис. 2).

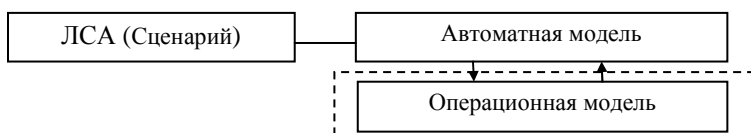


Рис. 2. Подсистема проведения деловой игры

Автоматная модель. Рассмотрим работу автоматной модели системы. Пользователь выбирает интересующую деловую игру. Далее автоматный модуль загружает необходимый сценарий деловой игры и проверяет его на корректность. После проверки автоматная модель переходит к первой сцене и передает код данной сцены в регистр состояния. Далее операционная модель считывает из регистра код сцены и загружает ресурсы, необходимые для работы с пользователем. Как только пользователь закончил работать с текущей сценой, операционная модель преобразует полученные данные в условие перехода к следующей сцене и передает его в регистр состояния. Автоматная модель считывает условие перехода и выполняет переход к следующей сцене.

Данную модель можно интерпретировать следующим образом: существует механизм выбора действий игроком и фактически представляет собой диалог между игроком и моделируемой системой, в который первый сообщает системе свое решение (обозначается S). Результатом является некоторое принятое игроком решение, которое определяет следующую операцию в бизнес-процессе (обозначается D) (рис. 3).

Наиболее простым и формализованным процессом представления последовательности сцен, условий перехода между ними, является представление в виде логических схем алгоритма (ЛСА). Основной причиной использования ЛСА для представления сцен является компактность описываемых данных.

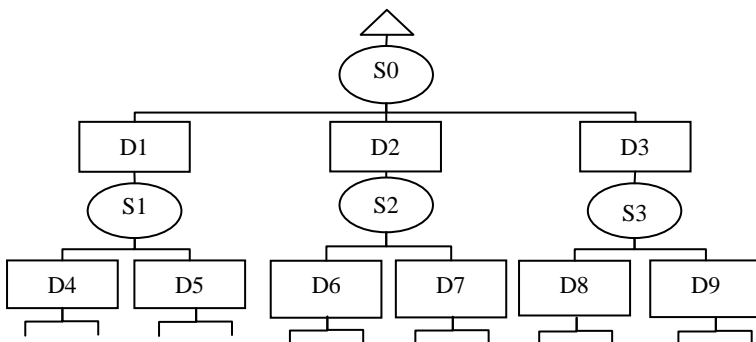


Рис. 3. Автоматная модель

Выражение на языке ЛСА можно представить следующим образом:

$$L = \{ H, A, P, \omega, \uparrow, \downarrow, K \},$$

где H – оператор начала алгоритма; K – оператор конца алгоритма; P – условный переход; A – управляющее воздействие; ω – безусловный переход; \uparrow – начало перехода; \downarrow – окончание перехода.

Пример логической схемы алгоритма представлен на рис. 4.

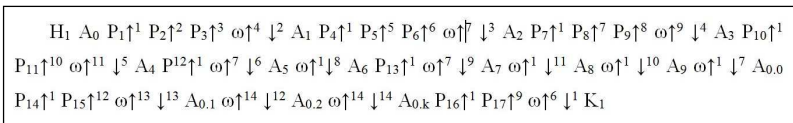


Рис. 4. Логическая схема алгоритма

Логическая схема начинается с оператора начала алгоритма (H), а заканчивается с конца алгоритма (K). После для каждого оператора A_i записаны база условий ($P_i P_j \dots P_k$) и оператор безусловного перехода ω . Например, для оператора A_1 записана следующая база условий и оператор безусловного перехода ω : $A_0 P_1 \uparrow^1 P_2 \uparrow^2 P_3 \uparrow^3 \omega \uparrow^4 \downarrow^2 A_1$. В этом случае может произойти переход от A_0 по условию $P_1 \uparrow^1$ к сцене отмеченной \downarrow^1 , переход от A_0 по условию $P_2 \uparrow^2$ к сцене, отмеченной \downarrow^2 (т.е. к оператору A_1), переход от A_0 по условию $P_3 \uparrow^3$ к сцене, отмеченной \downarrow^3 (т.е. к оператору A_2), переход от A_0 к сцене, отмеченной \downarrow^4 (т.е. к оператору A_3), если ни одно из условий P_1, P_2, P_3 не выполняется.

Операционная модель. Автоматная модель реализует сценарий деловой игры и посылает команду операционной модели. Операционная модель получает команду от автоматной модели и в зависимости от этой

команды реализует управление ресурсами бизнес-процесса, который имитирует деловая игра. Можно выделить шесть типов ресурсов: финансы, информация, труд, услуга, товар, оборудование. Операционная модель включает в себя набор ресурсов бизнес-процессов (МР), модель сцены (МС), которая реализует игровую ситуацию, и модель экрана (МЭ), которая отвечает за вывод ресурсов на экран (рис. 5).

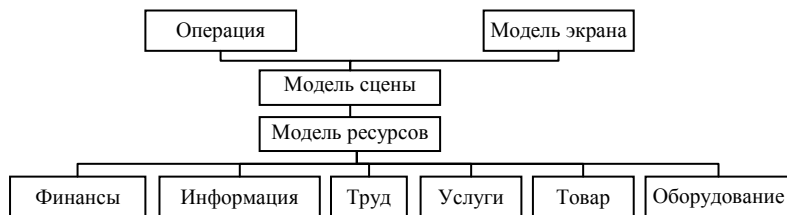


Рис. 5. Представление операционной модели

Заключение. Таким образом, была рассмотрена подсистема проведения студии компетентностных деловых игр, главная цель которых – получение компетенции. Универсальность данной подсистемы состоит в том, что, меняя сценарии, при заданных ресурсах можно получить новые бизнес-процессы деловых игр. В свою очередь, деловая игра может быть внедрена в процесс обучения студентов, а также в системы профессиональной переподготовки сотрудников различных организаций.

Библиографический список

1. Vikentyeva O.L., Deryabin A.I., Shestakova L.V. The Construction of competency-based business game operational model // *Information Technologies & Knowledge: International Journal*. – 2013. – Vol. 7. – № 4. – P. 303–313.
2. Викентьева О.Л., Дерябин А.И., Шестакова Л.В. Концепция студии компетентностных деловых игр // *Современные проблемы науки и образования*. – 2013. – № 2. – URL: <http://www.science-education.ru/108-8746> (дата обращения: 28.03.2015).
3. Викентьева О.Л., Дерябин А.И., Шестакова Л.В. Разработка модели проведения деловой игры в студии компетентностных деловых игр // *Информатизация и связь*. – 2013. – № 5. – С. 19–22.

ПРОГРАММА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО СИНТЕЗА КОМБИНАЦИОННОЙ СХЕМЫ ПО ЗАДАННОЙ СХЕМЕ АЛГОРИТМА

Студент гр. ПМИ-1 Д.Р. Валеев

**Пермский государственный национальный
исследовательский университет**

Научный руководитель – заслуженный изобретатель РФ,

д-р техн. наук, профессор *С.Ф. Тюрин*

**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

В последние годы активизировались исследования в области новых нетрадиционных подходов к отказоустойчивости цифровой аппаратуры как важнейшей составляющей надежности.

Поставлена задача создания компьютеров высокой надежности, в которых рабочие, контрольные и восстановительные процессы являют единое целое, которые могут функционировать без технического обслуживания и ремонта в течение всего срока эксплуатации. Это, например, необходимо для аппаратуры управления военными комплексами, опасными технологическими процессами, космическими объектами.

В связи с участвовавшими техногенными катастрофами, террористическими актами появился термин «катастрофоустойчивость». Как показывает анализ тенденций развития науки и технологии, интеллектуальная цифровая аппаратура новой информационной цивилизации должна обладать способностью самовосстановления, адаптации к отказам и повреждениям.

С.Ф. Тюриным предложен подход [2–6] к созданию отказоустойчивых систем, ядром которого является специального вида избыточный базис, позволяющий использовать частично вышедшие из строя элементы, пусть даже с потерей в производительности.

Широкое распространение универсальных программируемых логических интегральных схем, которые могут изменять функции элементов и связи между ними, позволяет использовать их как элементную базу для отказоустойчивых систем [7].

Таким образом, необходимо обеспечивать универсальность устройств при возникновении отказов, например, в группе однотипных управляющих автоматов.

С целью одновременного обеспечения сбоеустойчивости все более необходимой при повышении уровня интеграции микросхем для ответственных областей применения наиболее целесообразным представляется сохранение резервированных (например, троированных) структур при отказах в катастрофических ситуациях путем перестройки. В крайнем случае восстанавливается дублированная структура, а в чрезвычайных случаях – одноканальная [2–6].

В качестве целевых функционально-полных толерантных (ФПТ) базисов для синтеза будем рассматривать базисы:

1. 2ИЛИ-НЕ (2NOR): $\overline{x_1 x_2}$, 2И-НЕ (2NAND): $\overline{x_1 \vee x_2}$; 3NOR, 3NAND и т.д. до 8NOR, 8NAND;

2. $\overline{x_1 x_2 \vee x_3 x_4}$ – функционально полный толерантный базис, сохраняющийся при однократном отказе выходов или транзисторов;

3. В остаточных базисах: $\overline{x_2 \vee x_3 x_4}$, $\overline{x_1 \vee x_3 x_4}$, $\overline{x_1 x_2 \vee x_4}$, $\overline{x_1 x_2 \vee x_3}$; $\overline{x_3 x_4}$, $\overline{x_1 x_2}$ и др;

4. И так далее для ФПТn;

5. ФПТ + базис, сохраняющий исходную функцию 2NOR, 2NAND при одном отказе входов или транзисторов: $\overline{x_1 x_2 x_3 x_4 \vee x_5 x_6 x_7 x_8}$, $(\overline{x_1 \vee x_2 \vee x_3 \vee x_4})(\overline{x_5 \vee x_6 \vee x_7 \vee x_8})$.

Целью данной работы является реализация синтеза комбинационной схемы на основе ГСА в ФПТ-базисе. Для достижения цели требуется:

– разработать программный продукт для получения обобщенной таблицы истинности по заданной ГСА через построение соответствующего графа автомата Мили;

– интегрировать работы [9, 10] с данной работой для реализации всех этапов синтеза комбинационной схемы по ГСА в ФПТ-базисе;

– реализовать синтез комбинационной схемы на основе ГСА в ФПТ-базисе для промышленной системы проектирования Quartus II в форматах State machine file (SMF) [11] и Block diagram file (BDF). Из формата SMF в среде Quartus II имеется возможность автоматически получить файлы в форматах: Verilog HDL, VHDL, System Verilog и множество других.

Синтез комбинационной схемы по схеме алгоритма требуется при разработке управляющих автоматов, процессоров, контроллеров и при иных аппаратных реализациях алгоритмов.

Для проектирования комбинационных схем на основе ГСА в ФПТ необходима специализированная среда, которая позволит в графическом виде ввести ГСА и провести над ней автоматические преобразования, результатом которых станет схема функции на ФПТ-элементах в текстовом виде и в формате State Machine File системы Quartus II.

Реализовывать алгоритмы синтеза для системы проектирования Quartus II на этапах разработки и отладки представляется неудобным ввиду отсутствия развитых средств разработки. Поэтому принято решение на начальных этапах реализовывать и отлаживать алгоритмы на Java, после чего реализовать их для Quartus II.

Этапы синтеза управляющих автоматов на основе ГСА в ФПТ-базисе:

1. Задание ГСА;
2. Отметка ГСА;
3. Генерация графа автомата Мили;
4. Генерация таблицы переходов-выходов;
5. Синтез комбинационной схемы в ФПТ.

Автоматизации подлежат все этапы синтеза кроме первого. Первый этап реализуется в виде интерактивной программы, в которой в графическом виде вводится ГСА. Далее ГСА автоматически отмечается, генерируется таблица переходов-выходов. Правила отметки и генерации таблицы переходов-выходов впервые опубликованы С.И. Барановым и приведены в [8]. Алгоритм отметки ГСА разрабатывается и реализуется в рамках этой исследовательской работы. Алгоритм синтеза комбинационной схемы на ФПТ-элементах описан и приведен в работах [9, 10]. Синтез VHDL и BDF-файлов производится посредством интеграции с программой автоматизированного синтеза комбинационных автоматов в функционально полном толерантном базисе UBS2011 [1]. Для интеграции с промышленной системой проектирования ПЛИС Quartus II реализуется алгоритм генерации файла в формате SMF, который представляет собой соответствующий граф автомата Мили.

Разработанная графическая среда для ввода ГСА основана на продукте с открытым исходным кодом JGraphX, которая распростра-

няется по лицензии BSD. В среде были оставлены и адаптированы для удобного использования только необходимые для работы с ГСА визуальные средства. ГСА в среде для синтеза имеет традиционный вид. После выполнения алгоритма синтеза автомата Мили по отмеченной ГСА в среде проектирования выводится результирующий граф автомата Мили. В окне вывода текста представлены синтезированные файлы в форматах: SMF, VHDL, BDF.

В рамках данной работе разработана графическая среда для синтеза комбинационной схемы на основе ГСА на базе открытого продукта JGraphX, разработан и реализован алгоритмы отметки ГСА, синтеза на основе отмеченной ГСА автомата Мили, генерации расширенной таблицы истинности. Осуществлена интеграция с программой USB2011, в которой реализованы алгоритмы синтеза BDF и VHDL файлов. Разработан и реализован алгоритм синтеза файла в формате State machine file, который преобразует граф автомата Мили из внутреннего формата в формат Quartus II.

Библиографический список

1. Тюрин С.Ф., Громов О.А., Сулейманов А.А., Шучалов П.С., Гладышева П.В. Программа автоматизированного синтеза комбинационных автоматов в функционально полном толерантном базисе с формированием VHDL и BDF файлов. Свидетельство № 201460120 от 08.11.13 г. о государственной регистрации программы для ЭВМ.
2. Тюрин С.Ф. Функционально-полные толерантные булевы функции // Наука и технология в России. – 1998. – № 4. – С. 7–10.
3. Тюрин С.Ф. Синтез адаптируемой к отказам цифровой аппаратуры с резервированием базисных функций // Приборостроение. – 1999. – № 1. – С. 36–39
4. Тюрин С.Ф. Адаптация к отказам одновыходных схем на генераторах функций с функционально-полными толерантными элементами // Приборостроение. – 1999. – № 7. – С. 32–34.
5. Тюрин С.Ф. Проблема сохранения функциональной полноты булевых функций при «отказах» аргументов // Автоматика и телемеханика. – 1999. – № 9. – С. 176–186.
6. Программируемое логическое устройство: пат. № 2146840 Рос. Федерация / С.Ф. Тюрин, В.А. Несмелов, В.А. Харитонов [и др.]; опубл. БИ. 2000. – № 8.

7. Основи надійності цифрових систем. Підручник / за ред. В.С. Харченка, В.Я. Жихарева / Міністерство освіти та науки. – Харків, 2004. – 572 с.

8. Баранов С.И. Синтез микропрограммных автоматов (граф-схемы и автоматы). – 2-е изд. перераб. и доп. – Л.: Энергия, Ленингр. отд., 1979. – 232 с.

9. Шучалов П.С. Разработка программы автоматизированного синтеза цифровых комбинационных схем в функционально-полном толерантном базисе: выпускная работа / Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2011.

10. Гладышева П.В. Разработка программы автоматизированного синтеза цифровых комбинационных схем в функционально-полном толерантном базисе и в остаточных базисах: выпускная работа / Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

11. Тюрин С.Ф. Анализ настроек логических элементов при проектировании автомата в системе Quartus II // В мире научных открытий. – 2015. – № 4(64). – С. 437–453.

ОБЗОР МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА ПУЛЬСОВОЙ ВОЛНЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТОЯНИЯ СОСУДОВ

Студент гр. АСУЗ-14-1м Н.А. Аверин

Научный руководитель – д-р экон. наук,
профессор *Р.А. Файзрахманов*

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

В настоящее время проблема сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) как никогда актуальна. По данным Всемирной организации здравоохранения ССЗ являются основной причиной смерти во всем мире – ежегодно от ССЗ умирает больше людей, чем от какой-либо другой болезни [6]. Таким образом, лечение ССЗ становится одним из важнейших направлений деятельности в современном здравоохранении.

Для решения задач определения параметров сосудов и способов оценки их состояния применяют сфигмографический метод (А.Д. Валтнерис, С.П. Власова, Н.И. Савицкий и др.), основанный на анализе графического изображения формы пульсовой волны (ПВ) [8]. Основными проблемами при снятии показаний датчиков для измерения ПВ является наличие внешних помех и движение пациента. Таким образом, перед анализом данных и их представлением медицинским специалистам необходимо проводить первичную обработку (фильтрация, сглаживание и пр.).

После проведения первичной обработки определяются основные показатели (графические, статистические, спектральные и др.), несущие определенную информацию для медицинских специалистов. Выявление данных показателей (характеристик) производится с помощью вторичных методов обработки данных ПВ. Рассмотрим обе группы методов более подробно.

Первичные методы. Для упрощения анализа ПВ необходимо отфильтровать данные для устранения единичных импульсов, провести сглаживание кривой и удалить линию тренда [7, 8]. Устранение несистематической компоненты ПВ производится с помощью фильтрации значений «вылетевших» точек. Такие «вылеты» могут возникнуть из-за движений пациента во время замера, скачков напряжения прибора, ошибок при кодировании/декодировании сигнала. Метод

фильтрации состоит в следующем [8]: если интервал между двумя соседними величинами A_{m-1} и A_m значительно больше интервала между величинами A_{m-1} и A_{m+1} , то величина A_m является ошибкой и нуждается в корректировке (усреднении). Это записывается условием:

$$|A_{m-1} - A_m| > (|A_{m-1} - A_{m+1}| + a)b,$$

где A_{m-1} , A_m , A_{m+1} – мгновенные значения сигналов на выходе датчика ПВ; $m - 1$, m , $m + 1$ – отсчеты времени соседних измерений. Величины a и b являются весовыми коэффициентами и выбираются экспериментальным путем на основе оценки количества скачков амплитуд.

После фильтрации применяются методы сглаживания, наиболее популярными из которых являются модификации скользящего среднего: простое, медианное и экспоненциальное. Метод простого скользящего среднего (ПСС) заключается в расчете среднего арифметического значения от каждого элемента массива данных и его соседних элементов:

$$\bar{A}_{\frac{m+1}{2}} = \frac{A_1 + A_2 + \dots + A_{\frac{m+1}{2}} + \dots + A_{m-1} + A_m}{m},$$

где \bar{A} – сглаженное значение $\frac{m+1}{2}$ -го элемента, m – окно сглаживания.

Для избегания регулярного суммирования удобно использовать рекуррентную формулу [4]:

$$\bar{A}_{\frac{m+1}{2}+1} = \bar{A}_{\frac{m+1}{2}} - \frac{A_1}{m} + \frac{A_{m+1}}{m}.$$

При наличии выбросов отдельных точек можно использовать медианное скользящее среднее, в котором вместо среднего арифметического значения элементов окна используется медиана. Основным недостатком метода состоит в том, что при отсутствии выбросов он приводит к более «зубчатым» кривым, чем после обработки методом ПСС.

При наличии выбросов также можно использовать метод экспоненциального скользящего среднего (ЭСС). Сглаженное значение \bar{A} вычисляется по формуле:

$$\bar{A}_m = \alpha \cdot A_m + (\alpha - 1)A_{m-1},$$

где A_m и A_{m-1} – смежные значения до сглаживания, α – степень сглаживания в диапазоне от 0 до 1: при α , близком к 1, сглаживание низкое, при α , близком к 0, – высокое. Значение α подбираются экспериментально.

После проведения сглаживания при наличии необходимости производится удаление линии тренда. Подбирается многочлен K -го порядка, для которого производится оценка погрешности методом наименьших квадратов. Поиск коэффициентов многочлена заключается в решении системы уравнений из $K + 1$ переменных, полученных в результате приравнивания к нулю частных производных. Для $K = 1$ получим решение [8]:

$$b_0 = \frac{2(2N + 1)\sum_{n=1}^N u_n - 6\sum_{n=1}^N nu_n}{N(N - 1)},$$

$$b_1 = \frac{12\sum_{n=1}^N nu_n - 6(N + 1)\sum_{n=1}^N u_n}{\Delta t N(N - 1)(N + 1)},$$

где b_0 и b_1 – свободный член и угол наклона линейной регрессии тренда, u_n – массив данных, N – размер массива u_n , Δt – период дискретизации.

Следует отметить, что тренды более сложной формы необходимо удалить с помощью многочленов более высокого порядка, однако принимать значение $K > 3$ нецелесообразно.

Вторичные методы. Обобщая труды ряда ученых [1, 2, 3, 5], был составлен перечень параметров (характеристик), несущих важную информацию для медицинских специалистов. Эти параметры можно разделить на несколько групп: амплитудные, временные, а также характеристики статистического анализа.

На рис. 1 представлены информативные параметры фотоплетизмограммы (ФПГ) и дифференциальной фотоплетизмограммы (ДФПГ), которые используются для оценки тех или иных физиологических свойств сосудов и системы кровообращения в целом.

Амплитудные характеристики. Максимальная амплитуда пульсовой волны H_2 , определяемая по отношению к величине стандартного калибровочного пульса, является показателем величины пульсового кровенаполнения исследуемой области и пропорциональна соотношению объемов притока артериальной крови и оттока венозной крови в момент максимального растяжения сосудистого ложа.

Отношение амплитуды на уровне инцизуры к амплитуде систолической волны H_3/H_2 – «дикротический индекс» отражает периферическое сосудистое сопротивление, т.е. степень расширения или сужения мелких сосудов артериол.

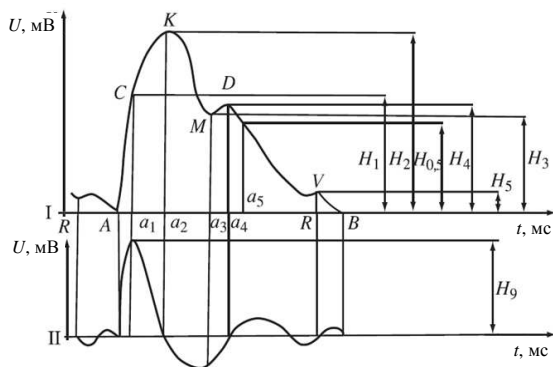


Рис. 1. Информативные параметры фотоплетизмограммы (I) и дифференциальной фотоплетизмограммы (II)

Отношение амплитуды на уровне вершины диастолического зубца к амплитуде систолической волны H_4/H_2 – «диастолический индекс», отражает состояние тонуса венозных сосудов.

Отношение амплитуд H_1/H_2 характеризует периферическое сопротивление.

Временные характеристики. При проведении замеров параллельно с записью объемной ФПГ рекомендуется производить регистрацию ДФПГ, а также сейсмокардиограммы либо электрокардиограммы, что дает дополнительную информацию о состоянии сосудов, помогает уточнить значимость отдельных параметров, связанных с деятельностью сердца, помогает более точно определить точки экстремумов на пульсовой кривой [5].

Выполнение данной работы тесно связано с разработкой измерительной системы анализа пульсовой волны. В этой разработке не предполагается запись кардиограммы, и поэтому рассматривались только временные параметры, которые можно получить из ФПГ и ДФПГ. Основные из них:

- длительность пульсового колебания $A - B$, соответствующая длительности сердечного цикла;
- интервал $A - a_1$ отражает период быстрого кровенаполнения и зависит от ударного объема сердца и тонуса сосудов;
- интервал $a_1 - a_2$ отражает период медленного кровенаполнения и характеризует особенности микроциркуляции;

– интервал $a_2 - B$, соответствующий длительности катакrotической фазы, отражает сократительную способность сосудов и их эластичность.

Статистический анализ

Автокорреляционный анализ. С помощью вычисления и построения автокорреляционной функции динамического ряда кардиоинтервалов изучается внутренняя структура ряда как случайного процесса. Величина коэффициента корреляции R после первого сдвига на одно значение определяет выраженность дыхательных волн (R резко уменьшается) либо медленноволновых компонентов (R незначительно меньше единицы) (рис. 2).

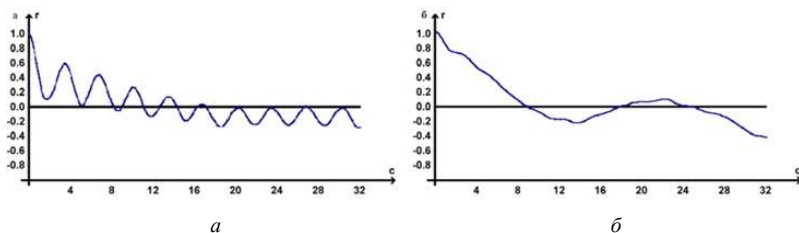


Рис. 2. Образцы автокоррелограмм с выраженными дыхательными волнами (а), с преобладанием медленных волн (б)

Корреляционная ритмография (скатерография). В данном методе производится графическое отображение последовательных пар кардиоинтервалов в двухмерной координатной плоскости. По оси абсцисс откладывается величина $R - R_n$, а по оси ординат – $R - R_{n+1}$.

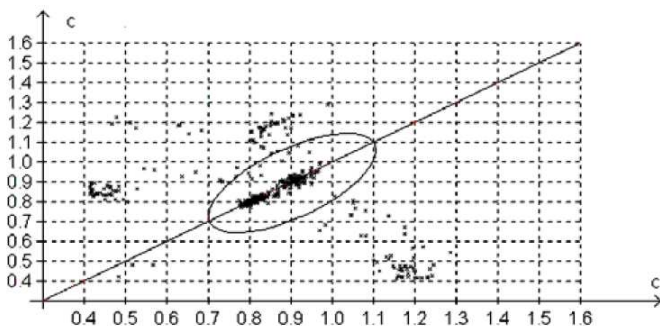


Рис. 3. Образец корреляционной ритмограммы (КРТ) у пациента с аритмией

Форма полученного эллипса несет определенную информацию:

- нормальная форма представляет собой эллипс, вытянутый вдоль биссектрисы, что означает, что помимо дыхательной присутствует некоторая величина недыхательной аритмии;

- форма в виде круга означает отсутствие недыхательных компонентов;

- узкий овал соответствует преобладанию недыхательных компонентов.

Важно отметить, что корреляционная ритмография приемлема и при аритмиях (рис. 3 [1]), в то время как методы статистического и спектрального анализа становятся неэффективными.

Спектральные методы. Применение спектрального анализа позволяет количественно оценить различные частотные составляющие колебаний ритма сердца и наглядно представить соотношения разных компонентов сердечного ритма, которые отражают активность определенных звеньев регуляторного механизма.

При проведении спектрального анализа большое значение имеет объем выборки. При анализе коротких записей (5 мин) выделяют 3 основных спектральных компонента: дыхательные волны (0,15–0,4 Гц), медленные волны 1-го и 2-го порядков (0,04–0,15 и 0,015–0,04 Гц соответственно). При анализе длительных записей дополнительно выделяют ультра низкочастотные компоненты (меньше 0,015 Гц) [1].

На рис. 4 [1] представлен пример спектрограммы при использовании метода быстрого преобразования Фурье (БПФ).

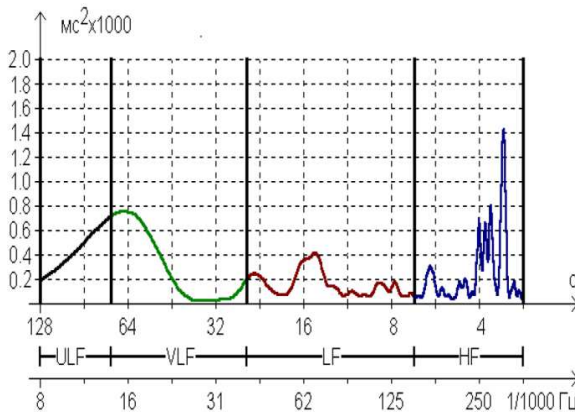


Рис. 4. Пример спектрограммы при использовании метода БПФ

Помимо построения спектрограммы обычно для каждого из компонентов вычисляют абсолютную суммарную мощность в диапазоне, среднюю мощность в диапазоне, значение максимальной гармоника и относительное значение в процентах от суммарной мощности во всех диапазонах.

Библиографический список

1. Баевский Р.М. В помощь практическому врачу. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем. Методические рекомендации // Вестник аритмологии. – 2001. – № 24. – 22 с.
2. Баевский Р.М., Волков Ю.Н, Ниддекер И.Г. Статистический, корреляционный и спектральный анализ пульса в физиологии и клинике // Методы математического анализа сердечного ритма. – М., 1976. – С. 162–173.
3. Баевский Р.М. Кибернетический анализ процессов управления сердечным ритмом // Актуальные проблемы физиологии и патологии кровообращения. – М., 1976. – С. 161–175.
4. Булашев С.В. Статистика для трейдеров – М.: Компания Спутник+, 2003. – 245 с.
5. Логвинов В.С. Метод диагностики по параметрам колебательных и волновых процессов в сердечно-сосудистой системе. Пульсовая диагностика тибетской медицины. – Новосибирск: Наука, 1988. – С. 90–108.
6. Мировой отчет по неинфекционным заболеваниям / ВОЗ. – Женева, 2010.
7. Анализ и синтез измерительных систем / С.В. Мищенко, Ю.Л. Муромцев, Э.И. Цветков, В.Н. Чернышов. – Тамбов: Изд-во ТГТУ, 1995. – 236 с.
8. Файзрахманов Р.А., Кычкин А.В. Информационно-измерительная система для оценки состояния сосудов: монография. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2012. – 161 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ В ЗАДАЧАХ РАСКРОЯ

Студент гр. АСУ-11-16 А.М. Субботин

Научный руководитель – ассистент *В.С. Шилов*

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Задача раскроя материала как подзадача сложной системы автоматизации производства относится к классу NP-трудных задач комбинаторной оптимизации [1]. Это означает, что не существует алгоритма полиномиальной сложности для ее оптимального решения, и точный результат в общем случае может быть получен только за экспоненциальное время.

В современных реалиях производственных процессов большое внимание уделяется не только точности выполнения задачи программным обеспечением, но и скоростью ее выполнения, в связи с чем встает задача оптимизации скорости работы программного обеспечения. Учитывая тот факт, что скорость работы рассматриваемых алгоритмов невозможно существенно увеличить без критических потерь точности, а также учитывая особенности архитектуры современных процессоров, а именно многоядерность и распараллеливание задач, то одним из вариантов увеличения скорости работы является использование параллельных вычислений.

Актуальность темы. Современные серверные системы используют процессоры, имеющие до 16 ядер. Кроме того, существует технология Hyper-threading (HTT). После включения HTT один физический процессор (одно физическое ядро) определяется ОС как два отдельных процессора (два логических ядра) [2]. Программные решения, не использующие эту особенность современного оборудования, вряд ли смогут конкурировать на рынке программного обеспечения с другими решениями, использующими эту особенность, в связи с низкой скоростью работы. Учитывая высокую вычислительную сложность озвученных задач оптимизация для использования на многоядерных системах крайне важна.

Объект исследования – процесс организации распараллеливания алгоритмов программного комплекса раскроя материала.

Цель работы – проектирование программного модуля параллельной обработки данных в задачах раскроя.

Научная новизна работы заключается в том, что в данной предметной области впервые применяются механизмы распараллеливания вычислений для рассмотренных в работе алгоритмов.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- рассмотрение алгоритмов системы раскроя, которые поддаются параллелизации;
- построение модели «как есть»;
- проектирование модели «как должно быть».

Параллельные вычисления – способ организации компьютерных вычислений, при котором программы разрабатываются как набор взаимодействующих вычислительных процессов, работающих параллельно (одновременно) [3, 4]. Термин охватывает совокупность вопросов параллелизма в программировании, а также создание эффективно действующих аппаратных реализаций. Теория параллельных вычислений составляет раздел прикладной теории алгоритмов.

Основная сложность при проектировании параллельных программ – обеспечить правильную последовательность взаимодействий между различными вычислительными процессами, а также координацию ресурсов, разделяемых между процессами [5].

Формирование карт раскроя происходит по следующему алгоритму:

- создание групп деталей;
- заполнение листов.

Создание групп деталей – это алгоритм предварительной обработки деталей, с целью минимизации занимаемой ими площади. Алгоритм группировки деталей применяется для комбинирования в одной карте раскроя большого числа деталей. Этот алгоритм позволяет улучшить решение путем многократного применения однотипного решения задачи.

Заполнение листов – это размещение на листе сгруппированных деталей. Данная часть алгоритма не поддается распараллеливанию, так как в начале работы алгоритма нельзя знать сколько понадобится листов для размещения на них всех деталей. Соответственно нельзя начинать размещать детали на нескольких листах сразу.

Определение оптимального пути резки является довольно сложной задачей для расчета, поэтому для этого используются

метаэвристические алгоритмы, рассматриваемые в последующих главах. Эти алгоритмы также поддаются распараллеливанию.

Рассмотрим алгоритм групповки двух одинаковых деталей.

На данный момент создание групп деталей происходит последовательно. Программа выполняет цикл, перебирая все детали и выполняя их группировку.

На рис. 1 представлена блок-схема, отображающая модель «как есть».



Рис. 1. Модель деятельности «как есть»

Недостатком данной модели является то, что не используется вся вычислительная мощность компьютера. Соответственно, время выполнения алгоритма может быть сокращено за счет использования параллельных вычислений.

Найденные в модели AS-IS недостатки можно исправить при создании модели TO-BE «как должно быть». Представим модель деятельности «как должно быть» в виде диаграммы деятельности (activity diagram) на рис. 2.

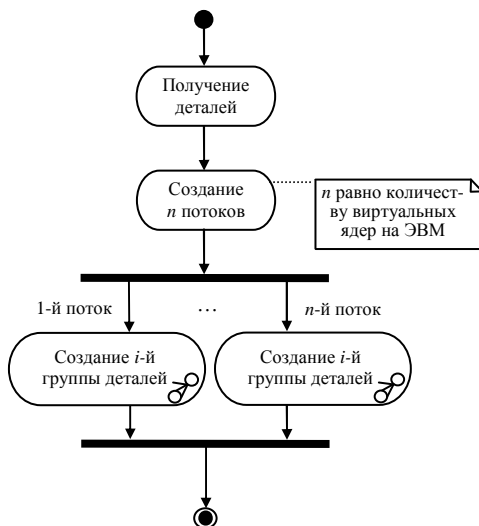


Рис. 2. Диаграмма деятельности для группировки деталей

Количество создаваемых потоков равно количеству виртуальных ядер на ЭВМ. После создания потоков в каждом из них начинается группировка деталей.

Состояние поддеятельности «создание i -й группы деталей» – это однотипное действие, которое выполняется в каждом потоке независимо друг от друга. Распишем данный блок в виде еще одной диаграммы деятельности (рис. 3).

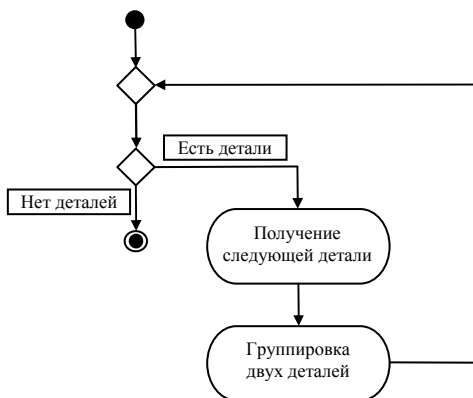


Рис. 3. Диаграмма деятельности для i -го потока

Говоря о перспективах, следует отметить, что планируется реализация параллельных вычислений в программный комплекс фигурного раскроя листового материала. Также планируется распараллеливание алгоритма формирования пути резки, основанного на метаэвристиках, которые хорошо поддаются параллелизации.

Библиографический список

1. Мурзакаев Р.Т., Шилов В.С., Буркова А.В. Основные методы решения задачи фигурной нерегулярной укладки плоских деталей // Инженерный вестник Дона [Электронный ресурс]. – 2013. – №. 4. – URL: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n4y2013/2043> (дата обращения: 26.05.2014).
2. Бекон Д., Харрис Т. Операционные системы: пер. с англ. – СПб.: Питер; Киев: BHV, 2004. – 800 с.
3. Вальковский В.А. Распараллеливание алгоритмов и программ. Структурный подход. – М.: Радио и связь, 1989. – 176 с.
4. Воеводин В.В., Воеводин Вл.В. Параллельные вычисления. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 608 с.
5. Информационно-аналитические материалы по параллельным вычислениям [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.parallel.ru> (дата обращения: 07.04.2015).

ВЫБОР МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ ПРИ ПОЖАРЕ

Студент гр. АСУ1-13-1м А.Ю. Новиков

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *Р.Т. Мурзакаев*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Пожар – по определению ФЗ «О пожарной безопасности» от 18 ноября 1994 г. «неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства» [1].

Пожары являют собой угрозу для человека, его имущества, морального и физического здоровья. Особое место занимают пожары в зданиях, они составляют 90 % от количества пожаров с жертвами среди людей [2]. Особенно проблема актуальна для жителей РФ, которая из года в год занимает первые позиции в рейтингах стран по жертвам при пожарах [2]. Существует много способов предотвращения пожаров, одним из них может быть оценка зданий на соответствие нормам пожарной безопасности.

Этот процесс можно автоматизировать, создав информационную систему, совершающую расчет времени эвакуации людей из здания при пожаре. Существующие системы имеют ряд недостатков. Это прежде всего:

- весьма условная визуализация (в некоторых системах);
- отсутствие связи между моделями распространения пожара и эвакуации людей (в большинстве систем);

Также на этом рынке представлено крайне мало отечественных систем.

Выявление требований к разрабатываемому ПО. Интеграция моделей эвакуации и распространения пожара нужна для оценки зданий не только по времени эвакуации людей, но и по степени риска контакта людей с ОФП (опасными факторами пожара). Визуализация должна исходить из визуализации отдельно-взятого человека, учитывая препятствия (мебель, оборудование). Отсюда требования к математической модели:

- удобство наглядной визуализации процессов эвакуации;
- возможность учета малых площадей.

– выполнение второго требования открывает следующие возможности:

- возможность интеграции моделей пожара и эвакуации;
- учет препятствий (помимо стен);
- возможность адекватного учета и визуализации расположения объектов в сравнении с реальным расположением.

В нашей стране приказ МЧС России от 30.06.2009 г. № 382 [3] допускает использование для расчетов трех моделей людского потока:

- упрощенной аналитической;
- имитационно-стохастической;
- индивидуально-поточной.

В табл. 1 представлено сравнение математических аппаратов, трех допустимых моделей расчета движения людских потоков.

Таблица 1

Сравнение математического аппарата различных моделей

Требования	Модель		
	Упрощенная	Имитационно-стохастическая	Индивидуально-поточная
Сложность реализации модели	легкая	средняя	сложная
Полнота параметров модели	не полная	полная	полная
Минимальное время расчета модели	минимальное	среднее	максимальное
Отражение реального расположения объектов	нет	нет	да
Точность расчета модели	точная	точная	точная

Упрощенная аналитическая модель. Время эвакуации людей из помещений и зданий устанавливается по расчету времени движения одного или нескольких людских потоков через эвакуационные выходы от наиболее удаленных мест размещения людей.

При расчете весь путь движения людского потока подразделяется на участки (проход, коридор, дверной проем, лестничный марш, тамбур).

Расчетное время эвакуации людей t_p следует определять как сумму времени движения людского потока по отдельным участкам пути t_i по формуле:

$$t_p = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_i, \quad (1)$$

где $t_1, t_2, t_3, \dots, t_i$ – время движения потока на каждом из участков пути, мин.

Время движения людского потока по участку пути t_i , мин, рассчитывают по формуле

$$t_i = \frac{l_i}{v_i}, \quad (2)$$

где l_i – длина i -го участка пути, м; v_i – скорость движения людского потока по горизонтальному пути на i -м участке, м/мин (определяется по специальной таблице).

Упрощенная аналитическая модель довольно легка для реализации. Но система, созданная на основе данной модели, едва ли будет отвечать выявленным ранее требованиям.

Во-первых, данную модель сложно визуализировать, исходя из визуализации каждого отдельного человека, так как модель учитывает передвижение группы людей как единого целого и учитывает перемещение только между комнатами, без учета местоположения внутри самих комнат. Также в данной модели сложно учитывать дополнительные препятствия. Но, такой учет возможен, например, за счет изменения ширины комнаты в зависимости от учитываемых препятствий.

То же возможно с интеграцией моделей распространения огня и эвакуации. Но измерения в данном случае будут динамическими.

Четвертая проблема заключается в невозможности достоверного учета и отображения местоположения объектов, данная проблема не решается вовсе.

Итак, упрощенная аналитическая модель по ряду параметров не является хорошим решением в нашем случае, по некоторым же параметрам она не пригодна совсем.

Имитационно-стохастическая модель. Эта модель значительно точнее за счет деления здания на элементарные участки (комнаты делятся поперек). Данную модель нельзя использовать для анализа индивидуальных особенностей эвакуации человека [3].

В общем случае количество людей, переходящих за интервал времени Δt с участка i на последующий участок $i + 1$, составляет:

$$N_{i,i+1}^{t_0} = D_i^{t_0} \cdot b_i \cdot \Delta l \cdot v_{\text{пер}} \cdot \Delta t, \quad (3)$$

где $D_i^{t_0}$ – плотность потока в момент времени t_0 на элементарном участке Δl_i , занимаемом потоком, чел/м², определяется по формуле

$$D_i^{t_0} = N_i^{t_0} / b_i \cdot \Delta l_i. \quad (4)$$

где b_i и Δl – ширина участка и его длина, $v_{\text{пер}}$ – скорость перехода через границы смежных элементарных участков (14), Δt – отрезок времени, с, $v_{\text{пер}} = v_i^{t_0}$, если $D_{i+1}^{t_0} \leq D$ при $\max v D_{i,k} \cdot D = q_{\text{max}}$.

$$v_{\text{пер}} = v_i^{t_0}, \text{ если } D_{i+1}^{t_0} > D \text{ при } \max v D_{i,k} \cdot D = q_{\text{max}}, \quad (5)$$

где $v_i^{t_0}$ – скорость движения людей, оказавшихся на участке i в момент t_1 , м/с.

Имитационно-стохастическая модель сложнее для реализации, чем упрощенная аналитическая. Но при этом система, созданная на ее основе, будет в большей степени отвечать выявленным требованиям.

Визуализировать данную модель, исходя из визуализации отдельно взятого человека проще, чем в случае с упрощенной аналитической моделью. Это обусловливается разделением комнат на элементарные участки.

Учет дополнительных препятствий в модели произойдет примерно так же, как в упрощенной аналитической модели. Но детализация при этом вырастет за счет разбиения комнат.

Как и в случае с учетом препятствий, учет опасных факторов пожара возможен посредством описанных выше механизмов.

Что касается достоверности учета расположения объектов, то модель не идеальна, но в отличие от упрощенной модели расположение можно определять с гораздо меньшей погрешностью.

Развивая идею разбиения на участки (разбиение еще и вдоль), можно нивелировать некоторые проблемы. При достаточно малых размерах элементарного участка с высокой степенью достоверности можно локализовать объекты эвакуации (очаги огня, препятствия, люди), что облегчает визуализацию и учет влияния препятствий.

Тем не менее такой подход значительно снижает точность расчетов, так как модель не предназначена для работы с подобного рода участками.

Как итог, имитационно-стохастическая модель – куда более привлекательный вариант, но не вполне отвечает требованиям, которые, тем не менее, могут быть выполнены с определенной долей условности.

Индивидуально-поточная модель. Расчетное время эвакуации людей из здания устанавливается по времени выхода из него последнего человека. Перед моделированием эвакуации задаются эвакуационные пути.

Габариты человека – эллипс с размерами осей 0,5 м (ширина в плечах) и 0,25 м (толщина). Если разность координат людей составляет менее 0,25 м, то принимается, что люди расположены рядом друг с другом (скорость иная).

Координаты каждого человека x_i в начальный момент времени задаются в соответствии со схемой расстановки людей в помещениях (или равномерно распределяются).

Координата человека, m , в момент времени t определяется по формуле

$$x_i(t) = x_i(t - \Delta t) - v_i(t)\Delta t, \quad (6)$$

где $x_i(t - \Delta t)$ – координата i -го человека в предыдущий момент времени, m ; $v_i(t)$ – скорость i -го человека в момент времени t , m/c (определяется по таблице); Δt – промежуток времени, c .

Модель индивидуально-поточного движения людей характеризуется большим количеством вычислений, при большом количестве людей в здании могут возникнуть проблемы с расчетами.

Индивидуально-поточная модель – самая сложная для реализации (и требовательная к ресурсам). Но при этом система, построенная на основе данной модели, может отвечать самым высоким требованиям.

Данная модель задает правила расчета скорости передвижения людей, но не для построения маршрутов передвижения. Подходы к их построению могут быть самыми разными. Это открывает широкие возможности для описания индивидуальных особенностей поведения людей.

Визуализировать процесс эвакуации здесь просто. Модель учитывает положение человека на эвакуационном маршруте в зависимости от времени. Учет дополнительных препятствий, в зависимости от выбранного подхода к построению маршрутов, возможен или с определенной долей условностей, или вовсе без компромиссов.

Учет факторов пожара здесь можно свести к учету дополнительных препятствий. Отличиями здесь будут динамичность в положении препятствий и реакция людей в сравнении с обычным препятствием. ОФП люди скорее постараются обойти, держась подальше, или преодолеть ползком (в случае дыма).

Достоверность учета местоположения объектов в лучшем случае может быть доведена до степени полного совпадения с реальной обстановкой.

Итак, эффективность индивидуально-поточной модели для решения предполагаемых задач может варьироваться в зависимости от

использованного подхода к построению маршрутов эвакуации людей. Тем не менее, независимо от подхода, привлекательность данной модели является весьма высокой.

Сравнение рассмотренных моделей, исходя из выделенных критериев, представлено в табл. 2.

Таблица 2

Сравнение моделей движения людских потоков по выявленным критериям

Модель	Наглядная визуализация	Учет препятствий	Интеграция двух моделей	Достоверность расположения
Упрощенная аналитическая	–	*	*	–
Имитационно-стохастическая	*	*	*	*
Индивидуально-поточная	+	+	+	+

Примечание: «–» – не отвечает требованию; «+» – отвечает требованию; «*» – возможен компромисс.

Как видно из таблицы, по всем обозначенным критериям индивидуально-поточная модель является наилучшей. Данная модель является самой сложной в реализации, но при всех достоинствах это не является причиной для отказа от нее.

Упрощенная модель не способна решать многие из проблем, имитационно-стохастическая предполагает использование ряда условийностей, индивидуально-поточная же предоставляет аппарат для бескомпромиссного решения обозначенных проблем.

В итоге выбор падает на индивидуально-поточную модель. Этот выбор может быть обоснован хотя бы только тем, что из всех представленных моделей она единственная отвечает всем требованиям.

Библиографический список

1. Федеральный закон от 18 ноября 1994 г «О пожарной безопасности» // Доступ из справ.-правовой системы КонсультантПлюс.
2. Пожарная статистика [Электронный ресурс]. – URL: <http://pozhproekt.ru/pozharnaya-statistika> (дата посещения: 23.03.2015).
3. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях: приложение к Приказу МЧС России от 30 июня 2009 г. № 382: зарегистр. в Минюсте РФ 6 августа 2009 г., рег. № 14486 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.mchs.gov.ru> (дата обращения: 09.06.2014).

ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ДОКУМЕНТОВ В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Студент гр. ИСУП-13-1м Б.М. Гизатуллин

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *И.А. Шмидт*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Объемы корпоративной информации с каждым годом сильно увеличиваются. В связи с этим возникает задача не только с хранением данных, но и с доступом с определенной скоростью. В мире растет спрос на системы хранения данных. Помимо того, что объемы информации растут, их приходится дольше хранить, что также сказывается на количестве и емкости используемых устройств хранения.

Например, компания имеет корпоративные данные 1 Тб, рост этих объемов составляет 70 % в год. Это означает, что через 10 лет, для хранения информации потребуется 200 Тб. Увеличение объема информации в 200 раз.

Со временем ценность информации повышается или понижается. В зависимости от различной ценности информация должна быть в разной степени доступна и защищена. Мы можем сделать важный вывод: разные классы информации имеют разную ценность для бизнеса, и эта ценность меняется с течением времени.

Цель данной статьи – уменьшение затрат на хранение документов в системе электронного документооборота, без существенной потери времени поиска актуальных документов.

Для достижения поставленной цели в статье решаются следующие задачи:

1. Выбор подхода для решения проблемы по уменьшению затрат на хранение документов в СЭД.
2. Разработка классификатора документов, который позволяет использовать его в системе электронного документооборота.
3. Построение нейронной сети с помощью программного продукта STATISTICA 12.
4. Проведение оценки качества работы классификатора.

Решением этой проблемы является процесс управления жизненным циклом информации (ILM). ILM-стратегия для бизнеса

предусматривает управление информацией с учетом изменения ее ценности во времени. Согласно этим принципам наиболее важная в текущий момент информация должна присутствовать в самой быстрой системе. Менее важная информация должна перемещаться в менее скоростную и более дешевую систему хранения, например оптические носители. Архивы следует переписывать на магнитные ленты и удалять из рабочей СХД, чтобы не снижалась скорость доступа к критичной информации и обеспечивалась минимальная стоимость хранения. Ненужная в будущем информация должна удаляться автоматически. Все перечисленные процессы движения информации вверх и вниз должны быть непрерывными.

В настоящее время системы электронного документооборота вытесняют традиционное бумажное делопроизводство. Использование принципов ИМ для создания единого комплекса систем электронного документооборота и электронного архива является весьма перспективным направлением, и их реализация позволяет решить целый ряд однотипных задач структурирования информации, которые являются общими для процессов документооборота и архивирования.

Была поставлена следующая классификационная задача: исходя из имеющейся базы данных документооборота компании, необходимо наиболее точно классифицировать внутренние документы, хранящиеся в этой базе, на 3 класса.

Математическое описание задачи.

Имеется множество категорий (классов, меток):

$$C = \{c_1, \dots, c_C\}. \quad (1)$$

Имеется множество документов:

$$D = \{d_1, \dots, d_{|D|}\}. \quad (2)$$

Неизвестная целевая функция:

$$\Phi: K \times D \rightarrow \{0, 1\}. \quad (3)$$

Необходимо построить классификатор Φ' , максимально близкий к Φ . Имеется некоторая начальная коллекция размеченных документов

$$K \subset C \times D, \quad (4)$$

для которых известны значения Φ . Обычно ее делят на «обучающую» и «проверочную» части. Первая используется для обучения классификатора, вторая – для независимой проверки качества его работы.

Эта задача решается с помощью методов искусственных нейронных сетей, в виде обучения с учителем.

Нейросетевое моделирование проводилось по следующим этапам:

1. *Сбор данных для обучения нейронной сети.* Первый этап заключался в подготовке исходных данных. Компания использует СЭД на базе 1С:Предприятие и предоставила базу данных документооборота для анализа. За 1 год использования СЭД в базе данных было накоплено большое количество документов.

Для решения задачи классификации документов предлагается разработать классификатор, который бы позволял классифицировать документы, тем самым распределять документы по нескольким хранилищам. Хранилища, в свою очередь, будут делиться на 3 типа, в зависимости от стоимости:

- низкая стоимость хранилища;
- средняя стоимость хранилища;
- высокая стоимость хранилища.

Для этого необходимо проанализировать какие атрибуты документа могут наиболее сильно повлиять на прогноз (рис. 1).

Приказ об установлении пропускного режима (Внутренний документ) * x

Главное Процессы и задачи История переписки Форум Протокол работы

Записать и закрыть Записать Создать на основании Печать

Обзор Реквизиты Резолюции Визы Связи ЭП (3) Категории Рабочая группа

Вид документа: [выбор] Рег. №: [ввод] №

Наименование документа: [ввод] от: [ввод]

Краткое содержание: [ввод]

Реквизиты

Папка: [выбор] Папка: По основной деятельности

Гриф: [выбор]

Вопрос: [выбор]

Проект: [выбор]

Состояние: [выбор] Проект

Ответственный: [выбор]

Хранение

Состав: [выбор]

В дело: [выбор]

Наша организация

Организация: [выбор]

Подписал: [выбор]

Подготовил: [выбор]

Подразделение: [выбор]

Комментарий: [ввод]

Рис. 1. Карточка внутреннего документа в СЭД

Для того чтобы составить качественный классификатор, необходимо проанализировать текущий документооборот в организации. Были выделены некоторые атрибуты классификации документов. Используемая СЭД на платформе 1С позволила сформировать отчет, который классифицирует документы, полагаясь на атрибуты из таблицы.

Атрибуты классификации документов

№	Атрибут	Возможные варианты	Значение
1	Дата создания документа	Январь 2014 года	1
		Февраль 2014 года	2
		Март 2014 года	3
		Апрель 2014 года	4
		Май 2014 года	5
		Июнь 2014 года	6
2	Вид документа	Служебные записки	1
		Приказы	2
		Техническая документация	3
3	Организация	Предприятие 1	1
		Предприятие 2	2
		Предприятие 3	3
4	Состояние	Проект	1
		Согласован	2
		Исполнен	3
5	Зарегистрирован (булево)	Да	1
		Нет	2
6	Активные задачи (булево)	Да	1
		Нет	2
7	Подписан (булево)	Да	1
		Нет	2
8	Категория (булево)	Да	1
		Нет	2
9	Расширение прикрепленного файла	Doc	1
		Docx	2
		Xls	3
		Xlsx	4
		Pdf	5
		Jpg	6
10	Хранить версии (булево)	Да	1
		Нет	2
11	Текущая версия	1	1
		2	2
		3	3
		4	4
		5	
12	Размер прикрепленного файла	[0; 10000 байт)	1
		(10000 байт; 50000 байт)	2
		[50000 байт; 100000 байт)	3
		[100000 байт; 1000000 байт)	4
		[1000000 байт; ∞)	5

Таким образом, было описано 200 документов из базы данных документооборота компании. Согласно экспертному методу были спрогнозированы классы для этих экземпляров.

Но нужно помнить, что во всех организация документооборот различается, и, соответственно, классификация документов будет выполняться по различным атрибутам. Поэтому модель нейронной сети будет отличаться в зависимости от того, в какой организации будет использоваться.

2. Подготовка и нормализация данных. В программу STATISTICA была импортирована таблица значений из MS Excel. Таблица состоит из 200 строк (документов) и 13 столбцов (атрибутов), из которых 12 столбцов – это входные параметры и 1 столбец – выходной параметр (тип хранилища). Согласно экспертному методу были спрогнозированы классы для этих экземпляров.

3. Конструирование и обучение НС. Выполнялось построение НС, используя имеющиеся данные, а также проведение последующего обучения НС. Для этого был использован модуль STATISTICA Automated Neural Networks.

Выбираем тип решаемой задачи – классификация. Выбираем входные и выходные переменные. Задаем процентное соотношение для обучения (75 %) и самостоятельного тестирования НС (25 %). Программа предлагает 5 наилучших моделей НС (рис. 2).

Summary of active networks (Classification of documents)								
Index	Net. name	Training perf.	Test perf.	Validation perf.	Training algorithm	Error function	Hidden activation	Output activation
1	MLP 12-12-3	94.00000	85.71429		BFGS 31	Entropy	Tanh	Softmax
2	MLP 12-6-3	88.66667	81.63265		BFGS 26	Entropy	Tanh	Softmax
3	MLP 12-13-3	88.66667	81.63265		BFGS 67	SOS	Logistic	Exponential
4	MLP 12-8-3	88.66667	85.71429		BFGS 57	SOS	Tanh	Identity
5	MLP 12-9-3	86.00000	87.75510		BFGS 52	SOS	Exponential	Tanh

Рис. 2. Результаты обучения НС

На основании коэффициента предсказания выбираем наилучшую модель. Наивысший коэффициент предсказания имеет модель MLP 12-12-3, архитектура которой называется «многослойный перцептрон».

4. Проверка адекватности обучения. Сравним имеющийся результат, который дал эксперт, с полученным результатом. Совпадение происходит в 94 % случаев. В данной работе предлагается подход

для решения проблемы задачи по уменьшению затрат на хранения документов в СЭД. Более того, с течением времени классификатор должен постоянно обновляться, так как в СЭД могут внедряться новые подсистемы, влияющие на документооборот в организации.

Библиографический список

1. Как лучше хранить информацию [Электронный ресурс]. – URL: http://www.cnews.ru/reviews/free/server2007/articles/store_information.shtml (дата обращения: 01.05.2015).

2. Система электронного документооборота как элемент управления предприятием [Электронный ресурс]. – URL: http://www.remmag.ru/admin/upload_data/remmag/11-3/Verysell.pdf (дата обращения: 01.05.2015).

3. От данных – к информации [Электронный ресурс]. – URL: <http://defann.cyberflash.ru/2006/10/12/1> (дата обращения: 01.05.2015).

4. Классификация документов [Электронный ресурс]. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Классификация_документов (дата обращения: 01.05.2015).

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ИНФРАСТРУКТУРЫ ARASNE CORDOVA ДЛЯ ПЛАТФОРМЫ FLEXBERRY

Студент гр. АТ5-14-1м Д.А. Шестаков
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет
Научный руководитель – руководитель ресурсно-
технологического центра *И.А. Братчиков*
Группа компаний ИВС, г. Пермь

В настоящее время большую распространенность получили информационные системы, построенные на основе трехуровневой архитектуры. Трехуровневая архитектура – архитектурная модель программного комплекса, предполагающая наличие в нем трех компонентов: клиента, сервера приложений и сервера баз данных.

В таких системах основная бизнес-логика обрабатывается на стороне сервера приложений (слой логики), также он отвечает за обмен информацией между клиентским слоем и слоем данных.

Слой данных реализуется, как правило, средствами систем управления базами данных и отвечает за хранение информации и обмен данными с сервером приложений.

Клиентский слой представляет собой пользовательский интерфейс, зависящий от среды реализации (это может быть настольный клиент, браузер, мобильное приложение и пр.). На этот уровень выносятся только простейшая бизнес-логика: проверка вводимых значений, интерфейс авторизации, простая обработка данных, переданных сервером приложений.

В группе компаний ИВС была разработана платформа Flexberry, предназначенная для решения бизнес-задач посредством создания программного обеспечения. Для разработчиков Flexberry предоставляет набор инструментов и компонентов, на основе которых может осуществляться разработка приложений. Платформа Flexberry позволяет сгенерировать на основе UML-диаграмм классов систему, соответствующую трехуровневой архитектуре и обладающую базовым функционалом.

В проектах группы компаний ИВС по разработке программных решений периодически возникает задача разработки мобильных

приложений, которые будут клиентами для системы (имеющейся или разрабатываемой). На данный момент отсутствуют полноценные CASE-средства, которые позволили бы осуществлять автоматизированную генерацию приложений для мобильных устройств под выбранную целевую платформу с заданным типовым набором функций.

Поскольку на сегодняшний день разработка программных решений группы компаний ИВС во многом ориентирована на использование платформы Flexberry, предполагается расширение возможностей платформы Flexberry по генерации кроссплатформенных мобильных приложений.

Процесс разработки генератора кроссплатформенных мобильных приложений можно разделить на несколько этапов:

1. Проектирование тестового приложения.
2. Разработка тестового приложения.
3. Выделение фреймворка приложения.
4. Создание генератора приложений.

На этапе проектирования были выделены ключевые особенности разрабатываемого приложения:

1. Генерируемые приложения должны запускаться на всех основных мобильных ОС.
2. Генерируемые приложения должны взаимодействовать с сервером приложений по протоколу OData. OData (Open Data Protocol) – это открытый веб-протокол для запроса и обновления данных. Протокол позволяет выполнять операции с ресурсами, используя в качестве запросов HTTP-команды, и получать ответы в форматах XML или JSON.

Чтобы решить проблему кроссплатформенности, было решено разрабатывать мобильное приложение на основе Apache Cordova. Apache Cordova – бесплатный open-source фреймворк для создания мобильных приложений. Позволяет создать приложения для мобильных устройств, используя JavaScript, HTML5 и CSS3 под мобильные операционные системы (Android, iOS, Bada и т.д.). Приложения, разрабатываемые с помощью Apache Cordova, являются гибридными. Это означает, что они не являются ни родными приложениями для мобильных ОС (так как для рендеринга контента и исполнения JavaScript-кода используется родной для каждой ОС элемент управления «браузер»), ни чисто веб-приложениями (так как приложения компилируются в виде установочных пакетов для

каждой мобильной операционной системы и имеют доступ к API устройств). К плюсам Apache Cordova относится то, что при разработке приложения можно использовать различные JavaScript, css-фреймворки и библиотеки [1].

Для упрощения работы с протоколом OData было решено использовать клиентскую JavaScript-библиотеку. Были рассмотрены все популярные JavaScript-библиотеки, работающие с протоколом OData (datajs, JayData, Breeze.js, OpenUI5 и пр.), было принято решение об использовании библиотеки Breeze.js как наиболее подходящей под сформулированные требования [2–3].

Для достижения поставленной цели (создания генератора кросс-платформенных мобильных приложений) необходимо решить еще ряд задач:

- разработать типовой набор функциональных возможностей генерируемого приложения на основе анализа вариантов использования мобильных приложений в текущих проектах группы компаний ИВС;
- определить необходимость доработки средств проектирования платформы Flexberry для генерации Cordova-приложений;
- создать спецификацию требований для разрабатываемого компонента генерации;
- выполнить реализацию и тестирование компонента генерации Cordova-приложений;
- создать набор документации для разработанной технологии;
- выполнить апробацию разработанной технологии.

Библиографический список

1. Apache Cordova [Электронный ресурс]. – URL: <http://cordova.apache.org/#about> (дата обращения: 20.04.2015).
2. Libraries | OData – The Protocol for REST APIs [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.odata.org/libraries> (дата обращения: 20.04.2015).
3. Breeze.js | Breeze [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.getbreezenow.com/breezejs> (дата обращения: 20.04.2015).

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА УПЛОТНЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ ПЛОСКОЙ ГРАВИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

Студенты гр. АСУ-11-16 Ф.Н. Усанин,
гр. АСУ-12-16 А.А. Ветчанинов
Научный руководитель – ассистент В.С. Шилов
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

На сегодняшний день и в обозримом будущем в различных сферах производства возникают и будут возникать проблемы ресурсосбережения и энергосбережения, связанные с задачами раскроя и упаковки [1].

Задачи раскроя-упаковки заключаются в оптимизации размещения данного вида объектов в заданных областях. Сложность решения этих задач заключается в том, что они относятся к классу NP-трудных проблем, т.е. для которых пока не существует методов и алгоритмов, находящих точное решение за полиномиальное время.

Разработанные на сегодняшний момент методы точного решения таких задач не находят своего применения на практике, так как оказываются эффективными только при сравнительно небольшом числе объектов. При увеличении числа объектов точные методы перестают отвечать требованиям надежности и скорости работы.

Для улучшения качества укладки при создании карт раскроя применяются различные процедуры уплотнения. Уплотнение позволяет получить более плотную укладку деталей, после чего на листе может освободиться место, достаточное для размещения дополнительных деталей [2].

Нами предлагается использовать гравитационную имитационную модель для уплотнения деталей. Гравитационная имитационная модель – модель, описывающая объекты и процессы их взаимодействия так, как они проходили бы в действительности, под действием силы тяжести. Данный процесс можно сравнить с процессом «утраски» песка в стакане. Если насыпать песок в стакан, то он образует горку. При тряске стакана песок в нем расположится равномерно. Если в стакане расположить более крупные объекты, то после «утраски» они займут меньший объем, чем занимали ранее.

В ЭВМ данную модель можно реализовать в виде физического движка. Все физические движки делятся на игровые и научные. Науч-

ные используются в научно-исследовательских расчетах и симуляциях и обладают наибольшей точностью вычислений. Игровые же движки сходны с научными, однако спектр их задач менее широкий, и на них возлагаются достаточно простые задачи, для того чтобы в реальном времени просчитывать все физические процессы, происходящие на сцене без ущерба скорости работы приложения. Большинство физических движков, распространяемых бесплатно, являются физическими движками игрового типа. Поэтому для решения задачи было принято решение реализовать свой движок, который бы выполнял необходимые действия.

Двумерный физический движок представляет собой два класса, объектами которых являются статические (пол, стены, потолок) и динамические (детали) объекты. У этих двух классов существуют функции-методы, которые отвечают за физические силы, действующие на объекты. У динамических объектов определяются точки, образующие контур фигуры, рассчитывается центр масс, к которому впоследствии прикладываются различные силы.

«Утряска» деталей должна производиться путем прикладывания различных физических сил, таких как сила тяжести, сила трения и другие, а также путем использования различных типов соударений.

Рассмотрим действие силы тяжести. Тело под действием центра тяжести опускается на дно «стакана». «Стакан» представляет собой ограниченную по сторонам поверхность, в которой размещаются геометрические объекты.

После чего на упавший геометрический объект, так же под действием силы тяжести, падает другой объект. Когда второй объект соприкоснется с первым, его движение под действием силы тяжести останавливается.

На следующем этапе определяется наилучшее расположение двух объектов:

- рассматриваются различные ориентации второго объекта;
- рассчитывается отношение общей суммы площадей объектов к площади общей оболочки объектов;
- выбирается лучшая ориентация по коэффициенту площадей.

После данной укладки объектов к ним могут быть приложены силы, под действием которых происходит более плотная укладка. Под действием этих сил происходят перемещение и вращение геометрических объектов.

На данном этапе смоделировано действие силы тяжести. Действие силы тяжести на динамические объекты можно условно разделить на два этапа: первый – движение объекта до пола, второй – поворот объекта.

Динамический объект (деталь) задается через вершины. Масса детали вычисляется как $m = S \cdot \rho$, где ρ – плотность, $\rho = 1$.

$$S = \frac{1}{2} \left| \left(\sum_{k=1}^n (x_k + x_{k+1})(y_k + y_{k+1}) \right) \right|,$$

где $x_{n+1} = x_0$, $y_{n+1} = y_0$ – площадь.

Таким образом, каждая деталь имеет реальную весовую характеристику. Алгоритм движение объекта под силой тяжести (центра масс) представлен на рис. 1.

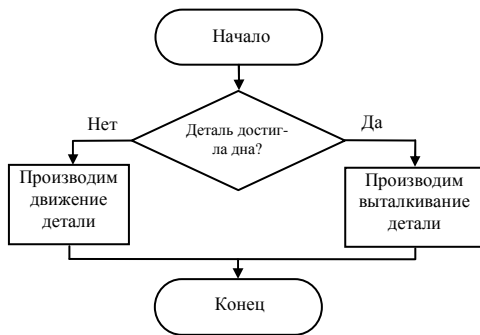


Рис. 1. Движение объекта под действием силы тяжести

Проверка на достижение деталью дна происходит следующим образом: перебираются все вершины детали и для каждой вершины проверяется ее ордината. Если $Y \leq 0$, то деталь достигла дна. Движение детали: изменяем координату Y центра масс по следующей формуле: $Y = Y - S/b$, где S – площадь детали, b – коэффициент ($b = 50$).

Выталкивание детали:

- запоминаем значение Y самой нижней точки детали (y_min);
- все остальные точки смещаем на величину y_min ;
- $y_min = 0$.

Алгоритм поворота детали представлен на рис. 2.

Для поворота детали, упавшей на другую деталь, необходимо:

- определить точки, задающие грани объектов, с которыми они соприкоснулись;

- рассчитать канонические уравнения прямых, заданных данными точками;
- найти угол между этими прямыми;
- с помощью матрицы поворота осуществить поворот всех точек на вычисленный угол.

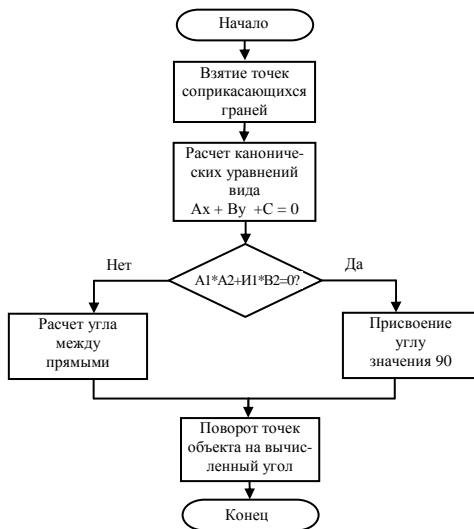


Рис. 2. Поворот детали

Таким образом, задачу упаковки деталей предлагается решать, используя гравитационную имитационную модель, реализованную с помощью собственного физического движка. На текущий момент было смоделировано действие силы тяжести. В перспективе планируются дальнейшая разработка движка и исследование предложенной модели.

Библиографический список

1. Петренко С.В. Оптимизация размещения геометрических объектов на анизотропном материале с использованием методов математического программирования: дис. ... канд. техн. наук. – Уфа, 2005.
2. Мурзакаев Р.Т., Лялин Д.А. Алгоритм уплотнения карты раскроя на основе двумерной гравитационной модели // Современная наука: Актуальные проблемы теории и практики. – 2013. – № 9/10. – С. 34–41.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ СТАНКОВ С ЧПУ

Студент группы ЭВТ-12 А.Н. Поляков

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *Р.Т. Мурзакаев*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Существует проблема, связанная с созданием правильных управляющих программ для станков с числовым программным управлением. Поскольку это является неотъемлемой частью технологического процесса при раскрое листового материала, некорректная управляющая программа может стать причиной неверного выполнения карты раскроя, появления брака, порчи делового остатка и других проблем [1].

Стоит напомнить, что *G*-код – условное именование языка программирования устройств с числовым программным управлением (ЧПУ). Программа, написанная с использованием *G*-кода, имеет жесткую структуру [2]. Тем не менее, несмотря на определенный набор стандартов, производители оборудования имеют возможность расширять и модифицировать набор *G*-кодов для своей продукции [3].

Вопросом автоматического формирования управляющей программы уже занимаются такие программные пакеты, как *WryKrys* или *Lantek*. Тем не менее подобные продукты разработаны только под конкретный тип станков или под станки определенной фирмы производителя.

Встала необходимость разработать модуль автоматической генерации управляющих программ, который был бы решением подобных проблем. Для решения этой задачи в рамках проекта *Itas-Nesting* была реализована программная структура, состоящая из трех частей, которые будут рассмотрены далее:

- препроцессор;
- постпроцессор;
- имитатор резки.

В нашем случае препроцессор получает на входе упорядоченный массив деталей, который однозначно формируется сначала в модуле раскроя листового материала, а затем в модуле порядка резки [4]. Этот массив сложных деталей преобразовывается в последовательность элементарных действий, таких как линия или дуга.

Дело в том, что такое представление в разрабатываемом модуле позволяет описать контуры деталей наиболее простым способом. Это необходимо для того, чтобы упростить алгоритм формирования УП в будущем и сделать процесс более универсальным для различных типов станков.

Также в этот список препроцессор добавляет холостые ходы между деталями и контурами, технологические команды по включению и выключению инструмента и работу с компенсацией.

Далее полученные данные преобразуются в текст управляющей программы в постпроцессоре.

Препроцессор. Препроцессор обрабатывает карты раскроя, создавая из них внутреннее представление программы (ВПП), которое включает в себя: порядок резки деталей, расположение и количество точек врезки, холостые ходы, технологические команды, информацию о местах совмещенного реза, внешний и внутренние контуры деталей, тип, размеры и толщину обрабатываемого материала. Ключевой особенностью является специально разработанный класс, названный *Action*. На рис. 1 наглядно показано, какие данные формирует препроцессор.

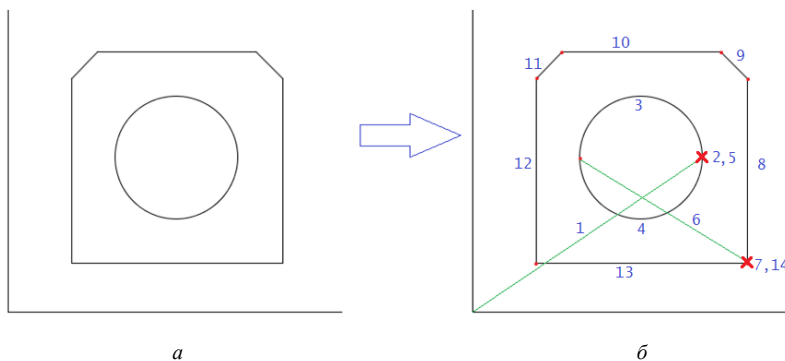


Рис. 1. Результат работы препроцессора: *a* – исходная деталь, *б* – последовательность команд; 1, 6 – холостые ходы; 2, 7 – точки врезки; 3, 4 – дуги; 5, 14 – точки выхода; 8–13 – прямые

ВПП не является готовой управляющей программой для какого-то конкретного станка, поэтому препроцессор позволяет в дальнейшем выбрать нужный станок из ряда однотипных без регенерации

карты раскроя. Это позволяет уменьшить время составления программ для одностаночных станков, добавляя возможность по одной и той же карте раскроя получать УП для разных станков, что в перспективе позволит эффективнее использовать производство.

Action. Как уже упоминалось ранее, основой рассматриваемого в статье модуля является специально разработанный тип данных Action. Этот тип данных содержит в себе всего два поля, которые полностью могут описать атомарную операцию, производимую инструментом. Первое поле `type` дает возможность определить, что именно это за действие. Второе поле `attributes` содержит контейнер, в котором хранятся данные, задающие параметры этого действия и имена параметров. Диаграмма класса представлена на рис. 2.

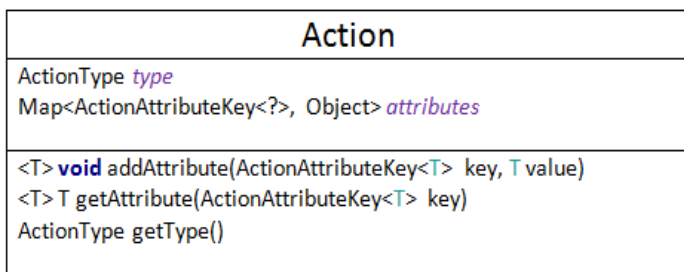


Рис. 2. Диаграмма класса Action

Поле `type` имеет тип `ActionType` и может принимать только строго определенные значения, принятые для формы резки и техпроцессов. Поле `attributes` представляет собой коллекцию типа `Map`, где ключом служат имена атрибутов, свои для каждого типа действия, и их значения соответственно. Например, координаты концов прямой для `Action.PROCESS_LINE`.

При этом атрибуты у объекта могут и отсутствовать, если в них нет необходимости. Например, в технологической команде для выключения инструмента не хранится каких-либо данных, поэтому `Action.DISABLE_INSTRUMENT` служит лишь флагом.

Постпроцессор. Постпроцессор получает на входе список элементарных действий, т.е. ВПП, созданное в препроцессоре, по которому необходимо сформировать УП. Эти данные постпроцессор преобразует в текстовый вид, который является готовой к использова-

нию управляющей программой. Для каждого типа станка существует свой вариант постпроцессора, который, в свою очередь, дает выбор из множества конкретных станков заданного типа.

G-коды хранятся в базе данных станков и подставляются в ВПП. Внутри выбранной модели станка также можно задать инструмент. На данный момент существуют постпроцессоры для станков ГАР и лазеров. Благодаря этому реализована возможность быстрой смены станка без регенерации карты раскроя. Работа постпроцессора представлена на рис. 3.

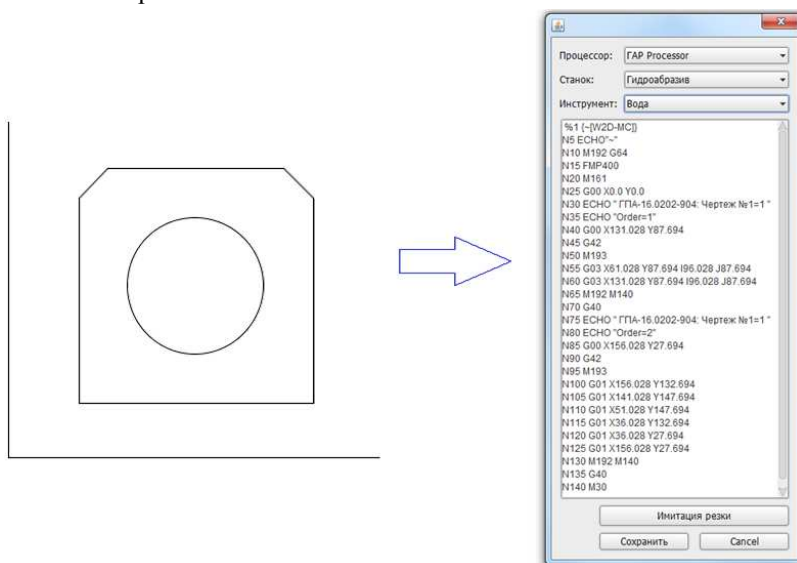


Рис. 3. Выходные данные в виде сформированной управляющей программы

Имитатор резки. Также для визуализации результатов был реализован имитатор резки, который дает возможность предварительно отследить процесс выполнения раскроя без подачи управляющей программы на какое-либо оборудование. Это позволяет обнаружить различные ошибки в карте раскроя, пронаблюдать количество холостых ходов и порядок резки и своевременно принять решения по корректировке найденных проблем. Таким образом, имитатор дает дополнительную защиту от возможного брака. На рис. 4 представлен процесс имитации резки.

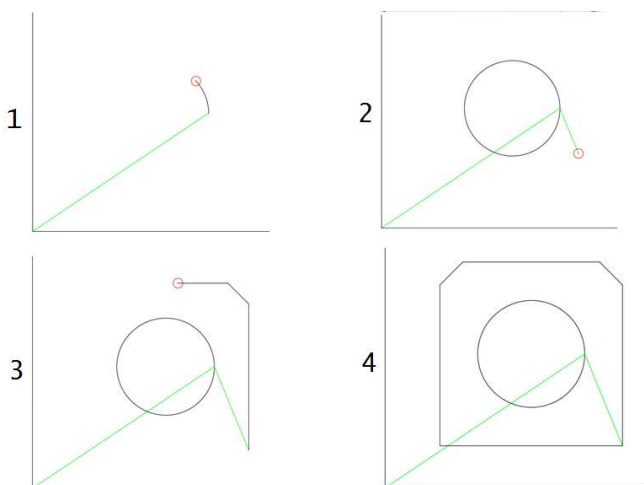


Рис. 4. Имитация резки детали

Как итог можно отметить, что данный модуль уже успешно применяется для нескольких станков разных производителей. На практике видно, что управляющая программа действительно может быть с высокой скоростью изменена под другую модель станка. Это является основным преимуществом разрабатываемого модуля.

Библиографический список

1. Исследование бизнес-процесса учета делового остатка при раскрое листовых материалов / Р.А. Файзрахманов, Р.Т. Мурзакаев, В.С. Шилов, А.В. Буркова // Вестник Пермского государственного технического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2013. – № 7 – С. 143–148.
2. Кормилицин С.И. Программирование обработки деталей на станках с ЧПУ: учеб. пособие / ВолгГТУ. – Волгоград, 1999.
3. Ловыгин А.А. Современный станок с ЧПУ. САD-CAM программирование: учеб. пособие. – М.: Эльф ИПР, 2006.
4. Мурзакаев Р.Т., Шилов В.С. Применение группового декодера для решения задачи раскроя полубесконечной полосы материала // Наука, техника, инновации 2014: сб. статей междунар. науч.-техн. конф. – Брянск, 2014. – С. 259–263.

ИНТЕРАКТИВНЫЕ ОБУЧАЮЩИЕ ПРОГРАММЫ В ВОЕННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Курсант гр. 353 Н.В. Абдалов

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *А.В. Греков*
Пермский военный институт внутренних войск МВД России

Широкое использование компьютерных технологий в процессе обучения является одним из факторов развития современного образования, а техническое обеспечение образовательной деятельности – объективной необходимостью. Постепенное увеличение количества компьютерной техники в учебных заведениях делает перспективной отрасль, связанную с разработкой и внедрением интерактивных обучающих систем для обеспечения самостоятельной работы курсантов.

Интерактивная обучающая программа – это программно-методический комплекс, обеспечивающий возможность самостоятельно освоения учебного курса или его разделов с помощью компьютера. Правильное и оптимальное использование такой программы позволит получить ряд преимуществ перед традиционными методами обучения, а, следовательно, повысить эффективность образовательной деятельности.

Требования к интерактивным обучающим программам как к средствам новых информационных технологий заключаются в следующем:

- в их способности обеспечить (по сравнению с традиционными учебниками) высокий уровень реализации таких традиционных требований, как научность обучения, его доступность, наглядность, активность и сознательность обучающихся, систематичность и последовательность обучения, прочность усвоения знаний, единство образовательных, развивающих и воспитательных функций обучения;
- интерактивные обучающие программы должны обеспечивать выполнение требований индивидуальности и адаптивности обучения;
- обеспечивают системность и структурно-функциональную связанность предоставления учебного материала в интерактивной обучающей программе.

Интерактивные обучающие программы позволяют решать следующие основные задачи:

- первоначальное ознакомление с предметом, освоение его базовых понятий и конструкций;
- базовая подготовка на различных уровнях глубины и детализации;

– выработка умений и навыков типовых практических задач в рамках данной дисциплины;

– контроль и оценка уровня знаний и умений;

– развитие способностей к определенным видам деятельности [1].

Как печатный учебник, так и интерактивная обучающая программа имеют общие признаки, а именно:

– учебный материал излагается в определенной области знаний;

– этот материал освещен на современном уровне достижений науки и культуры;

– материал в учебниках излагается систематизированно, т.е. целым завершенным произведением, состоит из многих элементов, и имеет смысловые отношения и связи между собой, которые обеспечивают целостность учебника.

Интерактивные обучающие системы имеют существенные отличия от бумажных учебников благодаря возможностям современных средств информационно-коммуникационных технологий. В интерактивных системах предоставление учебного материала существенно отличается от традиционных учебников, причем содержание материала должно дополнять традиционный печатный учебник, а не полностью его дублировать. Для этого могут быть использованы опорные схемы, достаточное количество наглядного материала в виде иллюстраций, анимаций, видеофрагментов и т.д.

Главным недостатком имеющихся пособий на бумажных носителях является традиционное использование линейного порядка изложения учебного материала, невозможность организации обратной связи, осуществления процесса контроля над уровнем знаний, умений и навыков. Интерактивная обучающая программа дает возможность избежать этих недостатков, при этом такую программу можно рассматривать как дополнительное учебно-методическое средство, позволяющее правильно организовать самостоятельную работу курсантов, развивать их умения и навыки.

Основные черты структурной организации интерактивной обучающей программы [2]:

– использование возможностей мультимедиа;

– быстрая обратная связь и поиск необходимой информации;

– наличие иллюстративных примеров и моделей;

– сопровождение текстового материала аудио- и видеoinформацией;

– организация разноуровневого контроля знаний курсантов;

– материал учебника должен быть доступным для копирования и вывода на печать;

– программа должна быть открытой для развития и совершенствования его авторами.

Исходя из анализа структуры интерактивной обучающей программы, можно выделить основные преимущества ее использования в учебном процессе:

1. В интерактивной обучающей программе наглядность изложения материала выше, чем в печатном учебнике. Любая такая программа содержит не только текстовую и графическую информацию, но и звуковые, и видеофрагменты. Аудиовизуальная подача материала включает в систему восприятия и запоминания образную и эмоциональную память, в которой материал сохраняется дольше, чем в словесно-логической памяти, и, таким образом, существенно влияет на формирование представлений, которые занимают центральное место в образном мышлении.

2. Основным преимуществом интерактивной обучающей программы по сравнению с печатным учебником является возможность интерактивного взаимодействия между пользователем и компонентами учебника. Уровень интерактивности может изменяться от простого перемещения по ссылкам к непосредственному участию курсанта в моделировании процессов. Интерактивность такой программы заключается в предоставлении информации в форме, которая способствует диалогу обучаемого и компьютера. Использование принципа интерактивности позволяет направить обучаемого на самостоятельное овладение знаниями по предметам, предоставлять необходимую информацию по запросам.

3. Интерактивная программа построена по многоуровневому принципу и предполагает рассмотрение учебного материала по уровням, т.е. используется дифференцированный подход, открывается возможность каждому из курсантов учиться по выбранному уровню (сложность изучения учебного материала). При этом в такой программе предусмотрен переход с одного уровня на другой.

4. Еще одна особенность интерактивной обучающей программы состоит в обеспечении обратной связи с курсантом. Эта связь достигается благодаря интерактивному характеру взаимодействия курсанта со средой программы и наличию автоматической системы диагностики знаний. Так, в конце разделов предусмотрены контрольные вопросы, упражнения, тесты, а в конце курса – итоговая аттестация, которая дает возможность получить информацию об усвоении учебного материала. Для курсанта создается условия для эффективного самообучения, самоконтроля, что способствует повышению его познавательной активности

и мотивации. Накопленные интерактивной обучающей программой статистические данные о ходе обучения дают возможность преподавателю анализировать, корректировать и прогнозировать учебный процесс.

5. Каждый печатный учебник рассчитан на определенный начальный уровень подготовки курсантов и предполагает конечный уровень обучения, а интерактивная обучающая система может содержать материал нескольких уровней сложности.

6. Доступность интерактивных программ выше, чем печатных учебников. Можно легко распространить такую программу с помощью ссылки в Интернете, переслать программу по сети или скопировать с одного компьютера на любое устройство хранения данных. Такое издание можно копировать неограниченное количество раз, а при необходимости и распечатать на принтере. Кроме того, наполнить текстами интерактивную обучающую программу стоит дешевле, чем напечатать традиционную книгу на бумажной основе.

7. Интерактивные обучающие программы являются открытыми системами, т.е. их можно дополнять, изменять, модифицировать [3].

Интерактивные обучающие программы призваны дополнить печатные учебники за счет удобного предоставления учебного материала, а также за счет использования интерактивных задач, большого количества мультимедийного иллюстративного материала.

Таким образом, применение компьютерных обучающих программ как эффективное средство повышения качества образования на занятиях бесспорно. Использование в образовательной деятельности таких программ позволяет повысить степень дифференциации процесса обучения, обеспечить организацию самоконтроля и контроля за уровнем знаний обучаемых. Обучающие программы способствуют повышению мотивации к обучению и обеспечивают высокую степень интерактивности, создают условия, в которых курсанты будут эффективно учиться на аудиторных занятиях и индивидуально – в часы самостоятельной работы.

Библиографический список

1. Башмаков А.И., Башмаков И.А. Разработка компьютерных учебников и обучающих систем. – М.: Информ.-издат. дом «Филинь», 2003. – 616 с.
2. Зайцева Л.В. Разработка и применение автоматизированных обучающих систем на базе ЭВМ. – Рига: Зинатне, 2001. – 190 с.
3. Захарченко Д.В. Теоретические основы автоматизированных систем обучения: учебник для вузов. – СПб., 2009. – 257 с.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕТА И КОНТРОЛЯ ПАЦИЕНТОВ В ПОЛИКЛИНИКЕ

Курсант гр. 353 Л.И. Букин

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *А.В. Греков*
Пермский военный институт внутренних войск МВД России

В современных условиях развития медицинских технологий оказание квалифицированной медицинской помощи становится все более и более дорогостоящим. Постоянно растут требования к медицинскому персоналу и составу оказываемых услуг, их качеству.

Фонд обязательного медицинского страхования и страховые компании во многом являются регуляторами рынка медицинских услуг. Они определяют требуемый объем и качество медицинской помощи населению. Для них необходима система полного учета всех оказанных лечебно-профилактическим учреждением услуг и индивидуального анализа расходов и доходов по каждому страховому случаю (истории болезни), создание системы контроля качества оказанных медицинских услуг, с оптимальной стоимостью владения и влиянием человеческого фактора [1].

Реализация данной задачи невозможна без создания многоуровневой системы стандартов в сфере медицинского обслуживания и механизмов контроля их исполнения. Только при таком подходе возможна реализация функций контроля в плане соблюдения параметров, установленных стандартом, как на уровне системы в целом, так и на уровне лечебного учреждения либо на уровне конкретного случая взаимоотношений врача и пациента.

Наполнение всех составляющих элементов данной системы разработанными и принятыми квалификационными параметрами, нормативно предписанными в соответствии со стандартами, соотнесение их с реальными уровнями и между собой в принципе позволяет получить интегрированные характеристики выполнения «целевого стандарта» медицинской деятельности. Предлагаемый методологический подход, кроме того, позволяет разработать высокоформализованные, относительно однозначные критерии и требования к условиям и методам предоставления медицинских процедур по удовлетворению спроса на услугу; помогает нахождению объективного механизма оценки эффективности, функционирования системы медицинского обслуживания. Вся система контроля складывается из нескольких

составляющих, каждая из которых отвечает за свою сферу и четко взаимосвязана с другими составляющими системы контроля:

1. Определение возможностей лечебного учреждения на предмет оказания того или иного вида медицинской услуги. Эта экспертиза складывается из определения мощности и материально-технических ресурсов лечебного учреждения. В принципе процесс лицензирования лечебных учреждений должен гарантировать, что учреждение может оказывать определенный набор медицинских услуг с соответствующим нормативам качеством и фиксированной стоимостью.

2. Стандартизация в финансовой сфере или формирование финансово-экономических показателей (тарифов на лечение, преискурентов) на оказание медицинских услуг, в противном случае не будет возможности для согласованных взаиморасчетов между страховыми компаниями и лечебными учреждениями.

3. Стандарты на план диагностического обследования пациента согласно выставленному диагнозу. Отсутствие данных стандартов не позволяет экспертам страховых компаний проверить качество обследования пациента, его полноту, оптимальность и стоимость затрат.

4. Стандарты на схему лечения пациента согласно выставленному диагнозу с разбиением по времени и использованию того или иного метода лечения. Это обеспечит оптимизированный расчет стоимости лечения в зависимости от диагноза, позволит обеспечить контроль за качеством лечения и определить взаимосвязи между результатом лечения пациента и объемом оказанной помощи.

5. Стандарты на запись данных о пациенте.

6. Стандарт на обмен данными между всеми участниками рынка медицинского страхования, в противном случае система просто не сможет работать из-за отсутствия взаимопонимания сторон.

Данные о пациенте делятся на следующие категории:

- текстовые (описательные протоколы врачей);
- графические (рентгеновские снимки, снимки УЗИ);
- лабораторные (данные, полученные с аппаратов лабораторной диагностики).

Наиболее распространенные данные – это текстовые, в них в основном содержится вся информация о пациенте. На основе этих данных формируется история болезни.

В информационном аспекте эти документы создаются на основе определенных шаблонов, специфических для каждой специальности

и для каждого отделения. Они должны удовлетворять требованиям страховых компаний, чтобы, используя их, можно было провести качественную экспертизу оказанной медицинской помощи пациенту как по количеству, так и качеству оказанных услуг [2].

Данное описание стандартизации вытекает из технологического цикла работы лечебного учреждения.

Технологический цикл работы медицинского учреждения можно разделить на несколько стадий:

- определение состава, мощности и графиков работы материально-технических ресурсов (врачей, кабинетов, лабораторий);
- формирование финансово-экономических показателей (тарифов на лечение, преискурантов);
- формирование юридических отношений с плательщиками медицинских услуг (обязательное и добровольное медстрахование, прямые договора, бюджет, условия платного приема);
- регистрация обращений пациентов и направление на лечение и обследование;
- диагностика и лечение пациента (включая стационар, поликлинику, вспомогательные службы);
- оформление медицинской и финансовой документации (счетов-фактур на оплату, историй болезни и т.д.).

Описанные процессы происходят в любом медицинском учреждении. Однако в зависимости от профиля, ведомственной принадлежности, положения на рынке и даже от личных качеств руководителя и ведущих специалистов каждый процесс приобретает большую или меньшую значимость. Это делает клинику уникальной, в том числе и с точки зрения создания ее информационной системы.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 52977 – 2008. Информатизация здоровья. Состав данных о лечебно-профилактическом учреждении для электронного обмена этими данными. Общие требования // Доступ из справ.-правовой системы КонсультантПлюс.
2. Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 27 декабря 2011 г. № 1664н «Об утверждении номенклатуры медицинских услуг» // Доступ из справ.-правовой системы КонсультантПлюс.

РАЗРАБОТКА ВЕБ-РЕДАКТОРА UML-МОДЕЛЕЙ

Студент гр. АТ5-14-1М Р.И. Глухов

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Научный руководитель – канд. техн. наук, руководитель
отдела развития технологии А.С. Елисеев

Группа компаний ИВС, г. Пермь

В последнее время преобладающим подходом к проектированию программного обеспечения является объектно-ориентированный подход. Фундаментом подхода являются понятия класса, объекта, метода и атрибута. Система, построенная согласно данному подходу, представляет собой совокупность взаимодействующих между собой объектов. Задачей программиста является разработка эффективной иерархии классов для реализации приложения на основе трех основных принципов ООП: полиморфизме, инкапсуляции и наследовании [1].

Со временем сложность поставляемых библиотек и разрабатываемых систем сильно возросла. Применение шаблонов проектирования решало данную проблему. Это позволило расширить концепцию повторного использования результатов разработки на архитектурном уровне. Однако недостаточно обдуманное применение шаблонов разработчиками низкого уровня стало приводить к перегруженности архитектуры, даже если она построена как совокупность известных шаблонов проектирования. Еще одним способом снижения риска ошибок на стадии разработки архитектуры является ее моделирование. В этом случае можно говорить о визуализации разрабатываемой архитектуры посредством некоторого программного средства и методологии моделирования.

Model Driven Architecture (MDA, архитектура, управляемая моделью) – это архитектурный подход к построению многокомпонентного ПО. Он основан на разработке независимого от платформы и языка программирования представления системы (модели) с последующим переходом к исходному коду системы через автоматизированную генерацию кода [6]. Основной целью разработчиков MDA являлось создание архитектурного подхода, позволяющего снизить риск, вызванный различиями между технологиями разработки программных систем и платформами. Для решения этой задачи в MDA

вводятся понятия модели, зависимой от платформы (Platform Specific Model (PSM)), и модели, не зависимой от платформы (Platform Independent Model (PIM)) [6]. MDA предполагает создание PIM и последующий переход к PSM при помощи специализированных средств. Для конструирования приложения необходимо создать формально точную модель, из которой потом может быть автоматически сгенерирован исполняемый код. Данный подход позволяет ускорить вывод минимального жизнеспособного продукта на рынок; взять на себя рутину программирования: генерация каркаса приложения, модели классов, базы данных и прочее; решить все разногласия с заказчиком на этапе моделирования, а также сохранить инвестиции, сделанные в разработку бизнес-логики даже при смене технологических платформ.

Ядром MDA являются несколько стандартов – UML, MOF, CWM и XMI (рис. 1). Язык UML (Universal Modeling Language) используется для описания всех моделей. Совокупность метамodelей CWM (Common Warehouse Model) представляет наиболее часто используемые в базах данных и инструментах бизнес-анализа метаданные. CWM содержит большое количество различных метамodelей, описывающих функционирование бизнеса. MOF (Meta Object Facility) – общий абстрактный язык для описания метамodelей; на его основе построены формальные описания метамodelей для CWM и UML. Последний стандарт XMI (XML Metadata Interchange) играет служебную роль, описывая отображение моделей MOF и UML на стандарт XML [7]. Наиболее часто XMI применяется как формат обмена UML-моделями из одного инструмента UML-моделирования в другой.

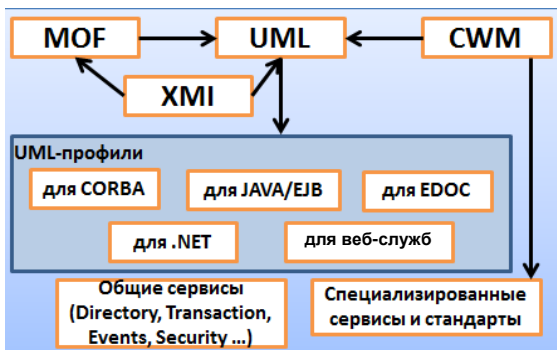


Рис 1. Взаимодействие стандартов UML, MOF, CWM и XMI

Одним из ярких представителей MDA являются технология CASEBERRY и платформа Flexberry, разрабатываемая с ее помощью. Собственный инструмент создания UML-диаграмм позволяет строить UML-модели, генерировать код, экспортировать и импортировать диаграммы в XMI-формате. Разработка на Flexberry имеет свои уникальные особенности: модель сразу разрабатывается под конкретную платформу, нет нужды строить платформонезависимую модель; в модель закладывается каркас бизнес-логики, реализуется она путем доработки исполняемого кода приложения. Такие среды разработки программного обеспечения, как Visual Studio и Eclipse, также активно поддерживают MDA, в них присутствует необходимый инструментарий для построения UML-моделей, генерации кода, экспорта и импорта моделей в стандарт XMI.

На текущий момент основной проблемой подхода MDA является синхронизация изменений в моделях на разных платформах. Когда в проекте, разрабатываемом под разные платформы, изменили модель, разработчики должны незамедлительно перестроить свой проект под новую модель. Таким образом, актуальной задачей является разработка платформонезависимого веб-редактора UML-моделей, который бы позволял строить, редактировать, а также экспортировать и импортировать модели в XMI-формате. Это бы позволило разработчикам эффективно вести проекты на разных платформах и быстро реагировать на изменение в моделях. Наличие веб-редактора позволит получить кроссплатформенное решение, не привязанное жестко к программной и аппаратной платформе. Кроме того, предполагается интеграция редактора с платформой Flexberry, что предоставит возможность опробовать возможность мгновенного сохранения сделанных в моделях изменений в базе данных на сервере Flexberry.

Исходя из всего вышеописанного, можно сформулировать цель работы: необходимо разработать веб-редактор, позволяющий создавать, редактировать, импортировать и экспортировать UML-модели, а также синхронизировать изменение в моделях на сервере Flexberry.

Анализ веб-редакторов показал, что большинство из них представляют собой простую возможность создания диаграмм и сохранения как картинку, без наличия импорта и экспорта в каком-то текстовом формате, задания собственных объектов или свойств. Так, веб-редактор Diagramo является браузерным редактором диаграмм с открытым исходным кодом. Он позволяет рисовать простые элементы,

задавать их свойства. Но у него ограниченная функциональность: он позволяет только рисовать диаграммы и экспортировать их в картинку. Rappid – редактор диаграмм, который позволяет рисовать диаграммы, создавать собственные объекты и указывать их свойства, экспортировать и импортировать из JSON. Он обладает удобным API, но, к сожалению, этот редактор является платным. jsUML2 – легкая библиотека HTML5/JavaScript с открытым исходным кодом для UML-диаграмм. Она позволяет разработчику легко вставлять UML-диаграммы в веб-приложения, просто вызывая ранее созданные методы в этом редакторе. В ней есть импорт и экспорт в XML. Но чтобы добавлять собственные элементы, нужно дописывать их код. К тому же нет возможности задать свой формат импорта и экспорта данных, валидации.

Поскольку редактор диаграмм позиционируется как браузерное приложение, он должен быть кроссбраузерным и не требовать от пользователя установления стороннего программного обеспечения, например Adobe Flash Player. Поэтому было решено для отображения диаграмм использовать технологию HTML5, которую поддерживает любой современный браузер. Основным языком разработки браузерных приложений является JavaScript. Наконец, чтобы значительно упростить процесс разработки редактора диаграмм, хотелось воспользоваться библиотекой, которая позволяла бы легко создавать элементы диаграмм, чтобы можно было ими манипулировать. С этой целью были проведены исследования существующих библиотек для рисования элементов диаграмм и получен следующий результат.

Сравнительная таблица библиотек для рисования диаграмм

	Бесплатная	Хорошо документирована	Модель MV*	HTML5 SVG	Проста в использовании
Jgraph	нет	да	нет	да	да
GoJS	нет	да	да	да	да
d3js.org	да	нет	нет	нет	нет
Jointjs	да	да	да	да	да
jsplumb.org	да	да	нет	нет	нет

Из приведенной выше таблицы видно, что библиотека JointJS обладает всеми необходимыми свойствами, и было решено использовать ее для создания редактора диаграмм. Основные компоненты JointJS: joint.dia.Graph – модель поведения всех элементов и связей на диаграмме и joint.dia.Paper – представление для модели.

С помощью HTML5, SVG и JointJS были разработаны основные элементы диаграммы классов, а с помощью стандарта XMI было составлено описание элементов в формате XMI/XML. В приведенном ниже примере можно увидеть два класса, соединенных связью агрегации (рис. 2).

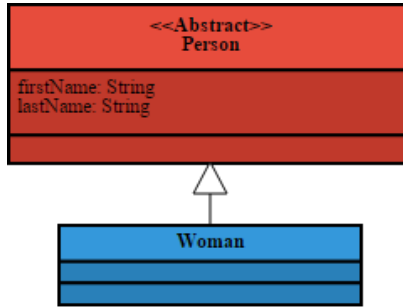


Рис. 2. Элементы диаграммы классов со связями

Существуют две альтернативы, чтобы записать объекты в XMI. Можно записать их в XMI-документ, в котором все XML-элементы подчиняются спецификации XMI, либо записать их внутри XML-элемента. В обоих случаях необходимо использовать пространство имен xmi. Описание объектов в формате XMI приведено на рис. 3.

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xmi:XMI xmi:version="20131001" xmlns:xmi="http://www.omg.org/spec/XMI/20131001"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-Instance"
  xmlns:uml="http://www.omg.org/spec/UML/20131001"
  xsi:schemaLocation="http://www.omg.org/spec/UML/20131001">
  <uml:Model xmi:id="_LYB0cP36EeShK02y5nXLCg" name="ExampleModel">
    <packageElement xmi:type="uml:Class" xmi:id="_hz6JYP36EeShK02y5nXLCg" name="Person" isAbstract="true">
      <ownedAttribute xmi:type="uml:Property" xmi:id="--sg4P36EeShK02y5nXLCg" name="firstName">
        <type xmi:type="uml:PrimitiveType" href="http://www.omg.org/spec/UML/20131001/PrimitiveTypes.xmi#String"/>
        <lowerValue xmi:type="uml:LiteralInteger" xmi:id="--sg4f36EeShK02y5nXLCg"/>
        <upperValue xmi:type="uml:LiteralUnlimitedNatural" xmi:id="--sg4v36EeShK02y5nXLCg" value="1"/>
      </ownedAttribute>
      <ownedAttribute xmi:type="uml:Property" xmi:id="QTKSUP37EeShK02y5nXLCg" name="lastName">
        <type xmi:type="uml:PrimitiveType" href="http://www.omg.org/spec/UML/20131001/PrimitiveTypes.xmi#String"/>
        <lowerValue xmi:type="uml:LiteralInteger" xmi:id="QTKSUF37EeShK02y5nXLCg"/>
        <upperValue xmi:type="uml:LiteralUnlimitedNatural" xmi:id="QTKSUV37EeShK02y5nXLCg" value="1"/>
      </ownedAttribute>
    </packageElement>
    <packageElement xmi:type="uml:Class" xmi:id="_jGR8cP36EeShK02y5nXLCg" name="Woman">
      <generalization xmi:type="uml:Generalization" xmi:id="_unk40P36EeShK02y5nXLCg" general="_hz6JYP36EeShK02y5nXLCg"
        specific="_jGR8cP36EeShK02y5nXLCg"/>
    </packageElement>
  </uml:Model>
</xmi:XMI>
  
```

Рис. 3. Объекты в формате XMI

На текущий момент выполнен обзор существующих веб-редакторов, выбрана библиотека позволяющая, создавать элементы диаграмм, а также частично реализован интерфейс редактора. Он позво-

ляет моделировать диаграмму классов, а именно: добавлять, редактировать, удалять объекты диаграммы, а также работать с атрибутами объектов. В дальнейшем планируется доработать интерфейс, реализовать алгоритм преобразования объектов диаграммы в формат XMI и реализовать синхронизацию веб-редактора с сервером Flexberry.

Библиографический список

1. Куриленко И.Е., Борисов А.В. Современные архитектурные подходы к построению программного обеспечения // Информационные средства и технологии: сб. тр. XVIII Междунар. науч.-техн. конф. – Т. 2. – М.: Изд. дом МЭИ, 2010. – С. 176–184.
2. XML Metadata Interchange // OMG [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.omg.org/spec/XMI/> (дата обращения: 01.05.2015).
3. Mastering XMI: Java Programming with XMI, XML, and UML / Grose Timothy J., Doney Gary C., Brodsky Stephen A. // John Wiley & Sons. – 480 p.
4. Фаулер М. UML. Основы: пер. с англ. – 3-е изд. – СПб.: Символ-Плюс, 2004. – 192 с.
5. JointJS API // JointJS [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.jointjs.com/api> (дата обращения: 01.05.2015).
6. MDA – новая концепция интеграции приложений // Открытые системы [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.osp.ru/os/2003/09/183391> (дата обращения: 01.05.2015).

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УЧЕТА И КОНТРОЛЯ СЛУЖЕБНОЙ НАГРУЗКИ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ

Курсант гр. 353 В.В. Горин

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *А.В. Греков*
Пермский военный институт внутренних войск МВД России

Автоматизированные информационные технологии управления персоналом – это совокупность методов и программно-технических средств, объединенных в технологическую цепочку, обеспечивающую сбор, обработку, хранение и транспортировку информации по кадрам с целью снижения трудоемкости процессов использования информационного ресурса, а также повышения их эффективности, надежности и оперативности.

Целью разработки являются проектирование и разработка программного обеспечения информационной системы, которая подходила бы к требованиям максимального количества военных объектов страны. Поэтому важным является построение такой типовой модели функционирования, которая отражает предметную область целиком, без привязки к конкретному объекту [1].

Специальное программное обеспечение для учета и контроля служебной нагрузки предназначено:

- для уменьшения трудоемкости объемных расчетов;
- создания единого информационного пространства;
- автоматизации наиболее трудоемких и приоритетных процессов учета, контроля и анализа служебной нагрузки военнослужащих.

Целью разработки системы «Служба войск» является оптимизация процесса выполнения командирами подразделений (служб) задач за счет улучшения качества выполнения:

- управленческих,
- учебно-организационных,
- аналитических и других задач.

Важнейшими стадиями автоматизированных информационных технологий управления персоналом являются:

- сбор данных о персонале и первичная информация;
- обработка данных о персонале и получение результативной информации;

– передача результатов информации о персонале для принятия управленческих решений.

На рисунке приведена классификация автоматизированных информационных технологий [2]:

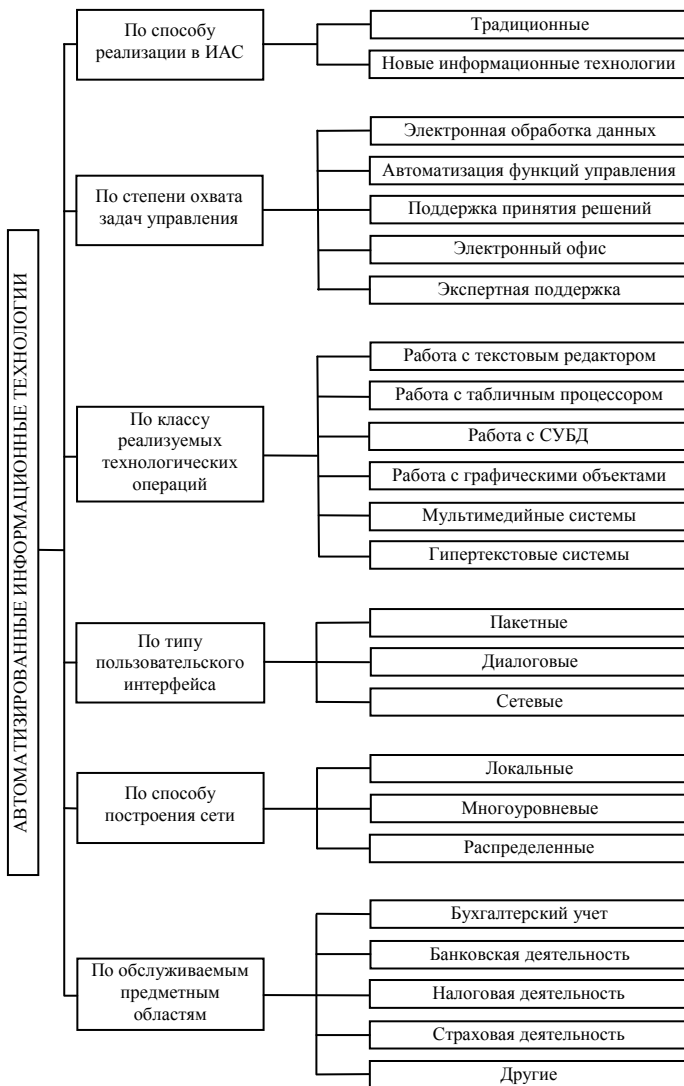


Рис. Классификация АИТ

Целью применения автоматизированной информационной технологии управления персоналом является удовлетворение информационных потребностей всех без исключения сотрудников организации, имеющих дело с принятием решений. Она может быть полезна на любом уровне управления и в первую очередь для служб управления персоналом. Эта технология ориентирована на работу в среде информационной системы управления персоналом и используется для структуризации решаемых задач в сфере управления кадрами.

Специалист по автоматизированным информационным технологиям управления персоналом призван решать следующие задачи [3]:

- уметь создать новую информационную систему управления персоналом;
- настроить ее работу, обеспечить непрерывное развитие;
- обеспечить применение новейших сетевых технологий в управлении персоналом.

Возможность решения этих задач требует наличия определенных знаний, которые могут быть сгруппированы в три направления:

- знание современных технических средств обработки информации;
- знание современных программных продуктов по управлению персоналом;
- знание возможностей современных коммуникационных систем.

Сотрудник кадровой службы работает с персональными данными, которые относятся к категории конфиденциальной информации. Не допускаются сбор, хранение, использование информации о частной жизни, а также информации, нарушающей личную и семейную тайну, и иных сообщений о физическом лице без его согласия, кроме как на основании судебного решения. Отметим, что кадровые службы как юридические лица в соответствии со своими полномочиями, владеющие информацией о гражданах, получающие и использующие ее, несут ответственность за порядок ее использования в соответствии с законодательством РФ.

Кроме того, персональные данные о работниках организации могут рассматриваться как вид экономической информации, под которой понимается совокупность сведений, отображающих состояние экономики объектов. Именно в этом смысле персональные данные, которые складываются из профессиональных и личностных характеристик граждан, которые имели или имеют рабочие места в организациях, можно рассматривать как вид экономической информации.

Информацию о конкретном работнике, позволяющую идентифицировать его личность, составляют: данные, подтверждающие личность; физические характеристики; данные о состоянии здоровья; характеристики образовательного уровня; профессиональные характеристики (включая оценку трудового вклада, карьерные устремления, пожелания работника в направлении изменения профессионального или должностного статуса); данные о благосостоянии; данные для налоговых служб; данные о лицензиях и разрешениях; сведения о взаимоотношениях с органами правопорядка; сведения о частной собственности.

Библиографический список

1. Глухова Л.А. Технологии разработки ПО: учеб. пособие. – М.: Вильямс, 2010.
2. ГОСТ 34.003-90. Автоматизированные системы. Термины и определения // Доступ из справ.-правовой системы КонсультантПлюс.
3. Кибанова А.Я. Управление персоналом организации. – 3-е изд., доп. и перераб. – М.: ИНФРА-М, 2006.– 638 с.

ВЫБОР ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФОРМАТА ВХОДНЫХ ДАННЫХ В ЗАДАЧЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНСТРУМЕНТОВ ПЛАТФОРМЫ FLEXBERRY

Студент гр. АТ5-14-1м Е.О. Евстафьев
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет
Научный руководитель – руководитель ресурсно-
технологического центра *И.А. Братчиков*
Группа компаний ИВС, г. Пермь

В группе компаний ИВС была разработана платформа Flexberry. Разработанная платформа в первую очередь предназначена для решения бизнес-задач с помощью программного обеспечения. Инструменты для разработчика платформы Flexberry содержат средства создания UML-моделей, на основе которых осуществляется автоматизированная генерация базы данных и приложений для прикладного решения. Платформа предоставляет набор инструментов и компонентов для разработчиков, с помощью которых осуществляется разработка приложений. Платформа Flexberry предоставляет возможность сгенерировать систему, соответствующую трехуровневой архитектуре и обладающую базовым функционалом на основе UML-диаграмм классов. На данный момент отсутствуют полноценные CASE-средства, которые позволили бы осуществлять автоматизированную генерацию приложений (в том числе для различных мобильных устройств) под выбранную целевую платформу с заданным типовым набором функций. Поскольку сегодня разработка программных решений группы компаний ИВС во многом ориентирована на использование платформы Flexberry, предполагается расширение возможностей платформы Flexberry по генерации кроссплатформенных приложений. В данном ключе подразумеваются исследование и разработка дополнительных инструментов для платформы в виде модулей, расширяющих функциональные возможности платформы с точки зрения удобства проектирования систем.

Сегодня для операционного анализа данных, в частности статистической обработки, разработаны десятки программных продуктов.

Многие программные продукты решают задачи как узкой специфики, так и более общие задачи. В процессе работы пользователи создают структуры данных, с которыми в дальнейшем манипулируют. В результате работы получаются конкретные отчеты и сводки. Со временем в части решаемых пользователями задач структуры данных либо не меняются, либо меняются незначительно, увеличивается лишь объем данных сам по себе. В некоторых вариантах развития бизнес-задач появляются проблемы, связанные с разграничением прав доступа к работе с данными. В данном варианте увеличивается потребность в использовании своей собственной информационной системы для хорошо описанной ранее модели. Однако проектирование, разработка и реализация новой информационной системы для узкоспециализированной задачи могут потребовать достаточно много ресурсов (работа аналитиков, проектировщиков, программистов, «тестировщиков» и др.), что не всегда является целесообразным. В данной ситуации модуль, реализующий автоматизированную генерацию системы и приложения на основе модели, полученной из документов и отчетов рабочей деятельности пользователей предыдущего программного продукта, позволил бы минимизировать издержки создания новой информационной системы непосредственно за счет затрат специалистов.

Далее необходимо кратко рассмотреть наиболее популярные программные продукты и произвести сравнительный анализ с целью определения продукта, для которого автоматизированное построение модели данных будет предпочтительным. Другими словами, необходимо определить программный продукт, который широко используется для работы с данными, анализа данных и результаты работы которого явно могут быть использованы для создания информационной системы, сгенерированной на базе платформы Flexberry.

Бренден Оконел в своей статье [3] сравнивает данные программные продукты. Он разделяет их на два типа. К первому типу относятся решения, ориентированные на программирование: R, MatLab, SciPy; ко второму – ориентированные на анализ данных: MS Excel, SAS, SPSS, Stata.

Решение № 1. «R». R – объектно-ориентированный «open-source» язык программирования для статистического анализа в финансовом секторе. Достоинствами данного языка являются гибкость, возможность детальной конфигурации; наличие встроенных

достаточно мощных аналитических средств; открытый код. К недостаткам данного языка стоит отнести сложность обучения; ориентацию языка программирования на конкретную предметную область (а именно финансовый сектор).

Решение № 2. «MatLab». MatLab – программный продукт, нацеленный на разработку и отладку алгоритмов расчета. MatLab применяется, главным образом, в инженерных расчетах. Достоинствами данного продукта являются «интуитивно-понятная» работа с матрицами, развитый графический интерфейс. Недостатками данного продукта являются достаточно дорогостоящее решение, неполная поддержка статистических функций, сложная интеграция с JAVA и C++ приложениями. Существенным минусом MatLab является проблематичное использование при анализе больших массивов данных (таблицы более 8 млрд строк). Бесплатным аналогом MatLab является система Scilab. Кроме того, довольно давно ведется разработка высокоуровневого языка программирования GNU Octave, совместимого с MatLab, который позволяет использовать операторы C++ при написании кода.

Решение № 3. «SciPy». SciPy – это библиотека математических функций для языка программирования Python. Высказывается мнение, что «в терминах подхода и функциональности SciPy наиболее близкое к MatLab-у решение, однако менее зрелое» [3]. Достоинствами данной библиотеки являются широкие возможности по интеграции языка Python; высокая производительность математических операций, наличие готовых средств для визуальной отладки, достаточная простота освоения. Недостаток данной библиотеки – актуализация решения происходит достаточно долго (текущая версия решения – 0,11).

Решение № 4. «MS Excel». MS Excel – знаменитая и, вероятно, самая популярная программа для работы с электронными таблицами при помощи графического интерфейса.

Достоинствами MS Excel являются популярность, информационная бесплатная поддержка большого количества ресурсов, сообществ и пр., удобный интерфейс, доступ к значению любой «ячейки», достаточная простота освоения. Одной из полезных возможностей MS Excel является использование кода на Visual Basic для приложений. Этот код пишется с использованием отдельного от таблиц редактора. Управление электронной таблицей осуществляется посредством объектно-ориентированной модели кода и данных. С помощью

этого кода данные входных таблиц будут мгновенно обрабатываться и отображаться в таблицах и диаграммах (графиках). Таблица становится интерфейсом кода, позволяя легко работать, изменять его и управлять расчетами.

Недостатками MS Excel являются: однопользовательский режим работы с Excel объектами, недостаточный контроль целостности и непротиворечивости данных, тенденция к накоплению ошибок в процессе эксплуатации, сложность реализации элементов ресурсного планирования и экстраполяции. У программы Excel есть и ряд других недостатков. Многие специалисты считают, что точность и полнота статистических результатов не относятся к достоинствам программы Excel. Отдельные статистические функции программы Excel могут привести к некорректным результатам на больших наборах данных, обладающих необычными статистическими свойствами. Программа Excel, как и любая программа для простых пользователей, не предотвращает ошибок. Поэтому при использовании программы Excel необходимо проявлять осторожность при подготовке и анализе данных базы.

Решение № 4. «SAS». SAS – большая и сложная система для статистической обработки данных. Достоинствами данной системы являются: гибкий интерфейс обмена данными (интеграции); наличие инструментария для работы с кластерами (распределенными системами), быстрота расчетов на громадных массивах данных. Недостатками данной системы являются: примитивный язык написания скриптов SAS macro, сложность поддержки написанных скриптов; дороговизна лицензий, сложность освоения.

Решение № 5. «SPSS». SPSS Statistics – компьютерная программа для статистической обработки данных для проведения прикладных исследований в социальных науках. Название говорит само за себя! Комментарий пользователя: «По моим впечатлениям SPSS используют люди, которые хотят выполнять общепринятый статистический анализ наиболее простым путем». Достоинствами данной программы являются удобный графический интерфейс, ориентация на социальные науки. Два выявленных недостатка данной программы: дороговизна лицензий, отсутствие гибкости в расчетах.

Решение № 6. «Stata». Stata – программный пакет для анализа данных в сферах экономики, социологии, политики, биомедицины и др. Относительно дешевый аналог SPSS. К достоинствам данного

пакета можно отнести удобный графический интерфейс, ориентацию на социальные науки, низкую цену. Недостаток данного пакета – довольно узкая специализация.

Резюме. Выбирая инструмент для решения задачи, необходимо учитывать: сложность и важность задачи; сроки получения результатов; штат и квалификацию специалистов; бюджет, выделенный на покупку инструмента.

Меньшая гибкость Stata, SPSS, MS Excel требуют меньших денег и времени на обучение, большая гибкость предоставляется бесплатно, но требует самой высокой квалификации специалистов. Баланс достичь несложно, однако результат будет зависеть от квалификации аналитика, а не от выбранного инструмента.

Сегодня MS Excel является одним из самых популярных программ в мире. Большой объем продаж MS Excel в мире стал одной из причин, которые помогли Microsoft достичь позиций ведущего разработчика программного обеспечения [1]. В первую очередь данная программа является популярной среди бухгалтеров и экономистов, и можно смело сказать, что большая часть всех вышеперечисленных специалистов работают именно с MS Excel. Программа востребована малым бизнесом, поскольку позволяет достаточно быстро оформлять отчеты, вести наглядным образом бухгалтерию, учет заказов клиентов и пр. Альтернативные решения, например, системы документооборота или же информационные системы, созданные под заказ, могут оказаться достаточно дорогостоящими для малого бизнеса.

Это касается и моделирования в электронных таблицах. Плагин, который способен реализовать возможность извлечения моделей данных из пользовательских электронных таблиц (Microsoft Excel) и экспортировать полученные модели в платформу Flexberry, позволит из заполненных данными Excel-документов генерировать полноценные системы с базовыми наборами типовых функций. Данная возможность будет являться удобной для организаций, ведущих учет в excel-файлах и нуждающихся в расширении функционала (например, разделение прав доступа и работы с теми или иными данными).

Ряд пользователей, которые ведут учет данных средствами MS Excel, выразили желание иметь полноценное веб-приложение для более удобной и эффективной работы с имеющимся набором данных.

Поскольку платформа Flexberry обладает возможностью генерации приложений на основе UML-моделей (диаграмм классов), для решения подобной задачи необходимо создание плагина для инструментов проектирования приложений платформы Flexberry, который обеспечивал бы формирование диаграммы классов UML, описывающей исходную предметную область генерируемого приложения, на основе анализа содержимого Excel-файла.

В дальнейшем для реализации плагина необходимо выбрать метод анализа структуры данных, который будет использоваться в разрабатываемом программном модуле, и сделать обоснование выбора, разработать модуль и произвести тестирование на различных наборах данных.

Библиографический список

1. Официальный сайт продукта MS Excel [Электронный ресурс]. – URL: <http://office.microsoft.com/ru-ru/> (дата обращения: 12.05.2015).
2. Faculty of Engineering and Computing [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.webcitation.org/6F0UwBmD1> (дата обращения: 12.05.2015).
3. Comparison of data analysis packages: R, MatLab, SciPy, Excel, SAS, SPSS, Stata [Электронный ресурс]. – URL: <http://brenocon.com/blog/2009/02/comparison-of-data-analysis-packages-r-matlab-scipy-excel-sas-spss-stata/> (дата обращения: 12.05.2015).
4. Куриленко И.Е., Борисов А.В. Современные архитектурные подходы к построению программного обеспечения // Информационные средства и технологии: сб. тр. XVIII Междунар. науч.-техн. конф. – Т. 2. – М.: Изд. дом МЭИ, 2010. – С. 176–184.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМИНЕНИЯ СТАНДАРТА СТИЛЕЙ SLD В ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ JAVASCRIPT-БИБЛИОТЕКЕ LEAFLET

Студент гр. АТ5-14-1м М.М. Кон

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Научный руководитель – ведущий инженер-программист
Центра производства информационных систем *П.Е. Радостев*
Группа компаний ИВС, г. Пермь

Современные географические информационные системы нашли широкое применение во множестве отраслей народного хозяйства.

Электронная карта включает в себя два типа данных: растровые и векторные. Растровые слои зачастую являются подложкой (тайлами), например спутниковый снимок, в то время как векторные слои – это объекты, нанесенные на эту подложку (дороги и строения, административное деление, природоохранные и климатические зоны, участки переписи и почтовые индексы). Эти объекты, нанесенные на карту, должны быть удобны, а главное, интуитивно понятны пользователю. Таким образом, появляется необходимость в инструментах и форматах стилизации, отображаемых на карте данных.

Одним из самых распространенных форматов для стилизации геоданных, применяемым в QGIS, Geoserver и в других ГИС-системах, является стандарт Open Geospatial Consortium (OGC) Styled Layer Descriptor (SLD). SLD-стили представляются в виде XML-подобных документов, для которых определена специальная XML-схема.

С развитием и увеличением доступности Интернета востребованными становятся приложения, доступ к которым можно получить не с одного стационарного компьютера, а из любого места и с любого устройства, имеющего выход во всемирную паутину. Многие компании создают мобильные версии своих приложений или полностью переходят в веб. Геоинформационные системы тому не исключение.

Leaflet – открытая ГИС-библиотека, созданная на языке JavaScript в 2011 г. командой разработчиков во главе с Владимиром Афонькиным. От конкурентов (OpenLayers, ArcGIS JS и др.) библиотеку отличает возможность работы как в браузерах настольных компьютеров, так и на мобильных устройствах, обладает хорошо задокументированным API, размер библиотеки составляет около 30 КБ,

и может быть расширена за счет подключения дополнительных плагинов. К тому же, библиотека предоставляет возможность использования тайлов из различных источников (Яндекс.Карты, Google Maps, OpenStreetMars и др.) и помимо встроенных объектов адаптирована для объектов GeoJSON.

В силу вышеперечисленных особенностей Leaflet выбирают в качестве ядра своей ГИС-системы следующие веб-приложения: Flickr, foursquare, Pinterest, craigslist, Data.gov, IGN, Wikimedia, OSM, Meetup, WSJ, Mapbox, CartoDB, GIS Cloud.

Но, к сожалению, к объектам, поддерживаемым библиотекой Leaflet, нет возможности применять наиболее распространенный формат стилей – SLD, что и рассматривается в настоящем докладе. Согласно поставленной задаче следует необходимость создания плагина к библиотеке, реализующего автоматизированное приведение формата SLD к внутренним стилистическим параметрам Leaflet.

Плагин должен быть написан на языке JavaScript, принимать SLD-файл, разбирать его и присваивать его поля стилистическим параметрам объектов Leaflet. Процедура парсинга и присваивания являются типовыми и не требуют подробного рассмотрения в этой статье. Наибольшего внимания требуют изучение спецификации стандарта SLD (т.е. приведение и описание всех тегов XML-подобного формата), изучение стилистических возможностей библиотеки Leaflet и нахождение прямого или косвенного соответствия между этими типами.

В качестве примера рассмотрим спецификацию типа PointSymbolizer (булавка на карте) (табл. 1).

Таблица 1

Спецификация PointSymbolizer

Название тэга	Обязателен?	Описание
<ExternalGraphic>	нет (при использовании <Mark>)	Определяет внешний рисунок формата PNG или SVG, используемый для отображения точки
<Mark>	нет (при использовании <ExternalGraphic>)	Определяет одну из заданных векторных форм для отображения точки
<Opacity>	нет	Определяет прозрачность отображаемого символа. Значение варьируется от 0 (полностью прозрачный) до 1 (полностью непрозрачный). По умолчанию параметр равен 1

Название тэга	Обязателен?	Описание
<Size>	нет	Определяет размер символа в пикселях. При использовании рисунка для отображения точки параметр задает его высоту, ширина вычисляется автоматически
<Rotation>	нет	Определяет поворот символа относительно его центра в десятичных градусах. Положительное значение – поворот по часовой стрелке, отрицательное – против. По умолчанию параметр равен 0

В свою очередь, объект Marker в исследуемой библиотеке выглядит следующим образом (табл. 2).

Таблица 2

Спецификация Marker

Параметр	Тип	По умолчанию	Описание
icon	L.Icon	*	Объект класса Icon
clickable	Boolean	true	Возможность реагирования маркера при нажатии на него
draggable	Boolean	false	Возможность захвата и перетаскивания маркера
keyboard	Boolean	true	Возможность выбора маркера с помощью кнопки TAB на клавиатуре
title	String	''	Текст для браузера при наведении
alt	String	''	Текст для атрибута alt
zIndexOffset	Number	0	Приоритет маркеров (маркер с большим значением рисуется поверх остальных)
opacity	Number	1.0	Прозрачность маркера
riseOnHover	Boolean	false	Маркер рисуется поверх остальных при наведении мышки
riseOffset	Number	250	Значение zIndexOffset при наведении мыши

Изучив эти таблицы, можно сделать вывод, что тэг <Opacity> переопределяется напрямую, тэги <ExternalGraphic>, <Size> и <Rotation> войдут как параметры в объект класса Icon. Аналогичным образом приводятся остальные всевозможные тэги SLD.

Описав сопоставление спецификации формата SLD и внутреннего представления стилей в исследуемой библиотеке, а также алго-

ритмы парсинга документов с SLD-стилями и при последующей инициализации значений параметров соответствующих объектов библиотеки на языке JavaScript, получим работающий плагин, реализующий применение формата SLD библиотекой Leaflet.

Библиографический список

1. Leaflet overview // Leaflet – a JavaScript library for mobile-friendly maps. – URL: <http://leafletjs.com/index.html> (дата обращения: 20.04.15).
2. About OGC // Open Geospatial Consortium. – URL: <http://www.opengeospatial.org/ogc> (дата обращения: 20.04.15).
3. SLD Reference // GeoServer. – URL: <http://docs.geoserver.org/latest/en/user/styling/sld-reference/> (дата обращения: 20.04.15).
4. Style Layer Descriptor (SLD) // OSGeoLIVE. – URL: http://live.osgeo.org/ru/standards/sld_overview.html (дата обращения: 20.04.15).
5. Styled Layer Descriptor // Wikipedia – The Free Encyclopedia. – URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Styled_Layer_Descriptor (дата обращения: 20.04.15).

МИКРОКОМПЬЮТЕРЫ В ИНЖЕНЕРНЫХ И НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ (НА ПРИМЕРЕ RASPBERRY PI)

Студенты гр. АСОИУ 12-1 Е.О. Емельянов, Л.К. Шушкова

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук,

доцент *К.М. Селиванов*

Чайковский филиал Пермского национального исследовательского политехнического университета

Компьютеры в настоящее время используются повсеместно как в личных целях, так и на производстве. Микрокомпьютер представляет собой предельно уменьшенный в размерах процессорный блок, выполненный в виде одной платы размером с кредитную карту.

Разработчики микрокомпьютеров сделали их доступными для любого человека. Микрокомпьютеры предназначены: для обучения базовым навыкам программирования, изучения микроэлектроники, изучения основ робототехники. Микрокомпьютеры используются: в качестве медицентра для домашнего использования, при построении встраиваемых систем, в качестве основы робота и во многом другом [1].

Архитектура микрокомпьютеров. В основе микрокомпьютеров стоит микропроцессор архитектуры ARM. Архитектура ARM (Advanced RISC Machine, усовершенствованная RISC-машина) – семейство 32- и 64-разрядных микропроцессорных ядер, разработанных компанией ARM Limited, основанных на архитектуре RISC. Данная компания занимается лишь разработкой лицензий архитектур, не занимаясь при этом собственно производством микрочипов. Архитектура ARM выступает альтернативой процессорам x86, является дешевым и производительным решением [2].

В процессе создания данной архитектуры были использованы различные технологии, позволяющие усовершенствовать работу процессора и вычислительной системы в целом.

Технологии Thumb и Thumb2 – комплекс наиболее часто используемых инструкций кода в 16- и 32-битном формате соответственно – позволяют добиться высокой компактности кода и усовершенствовать разработку программного обеспечения. Технология NEON позволяет усовершенствовать обработку медиаинформации, поскольку обладает независимым конвейером и собственными регистрами данных. Безопасность обеспечивается технологией TrustZone, позволяющей

использовать два виртуальных ядра безопасности, что дает возможность запускать приложения в изолированных друг от друга средах. Аппаратное ускорение байт-кода языка Java обеспечивается технологией Jazell [2].

Классификация процессоров ARM архитектуры своеобразна. Различают процессоры по версии архитектуры (от ARMv1 до ARMv7), по классу процессора: классические процессоры (семейства ARM7, ARM9, ARM11) и процессоры семейства Cortex, которое, в свою очередь, подразделяется на три профиля: Cortex-A, Cortex-M и Cortex-R [3–5].

Рассматривая процессоры архитектуры ARM в ключе использования для инженерных и научных исследований, следует остановиться на процессорах семейств ARM11 и Cortex, поскольку они отвечают поставленным требованиям.

Классические процессоры семейства ARM11 являются первыми многоядерными процессорами данной архитектуры, основанной на усовершенствованном восьмиступенчатом конвейере [3–5].

Процессоры семейства Cortex в зависимости от профиля могут использоваться в различных сферах инженерных и научных разработок. Выделяют следующие профили данного семейства процессоров:

- Cortex-A (Application) – высокопроизводительные процессоры, ориентированные на решение вычислительных задач в ресурсоемких областях применения, возможно использование в вычислительных системах и серверах, смартфонах и телевизорах, а также в качестве ядра игровых приставок;

- Cortex-R (Real-time) – данные процессоры также являются высокопроизводительными, но на первый план выступают отказоустойчивость, высокая надежность и минимальное время отклика, что очень ценно в областях управления производственными процессами, робототехнике, системах видеонаблюдения, медицинском оборудовании;

- Cortex-M (MCU) – процессоры, ориентированные на применение во встраиваемых системах, поэтому они отличаются низкой стоимостью, минимальным энергопотреблением и невысокой производительностью. Данные процессоры предназначены для микроконтроллеров и приложений, требующих обработки сигналов, например, в сфере «умной» бытовой техники, автомобильных и промышленных системах управления.

Рассмотрим производительность микропроцессоров архитектуры ARM на примере одного наиболее яркого представителя (таблица) [5].

Производительность микропроцессоров архитектуры ARM

Семейство	Ядро	Кэш (инструкций /данных), устройство управления памятью (MMU)	Производительность/частота, MIPS/MHz
ARM11	ARM1176 (TSMC 40G)	Изменяемый, MMU, TrustZone	1.25 DMPS/990 MHz
Cortex-M	Cortex-A7 MPCore	Кэш первого уровня 32 КБ / 32 КБ, Кэш второго уровня 0-4 МБ, MMU, TrustZone	1,9 DMIPS / 1.2-1.6 GHz на ядро
Cortex-A	Cortex-A15 MPCore	Кэш первого уровня 32 КБ / 32 КБ, Кэш второго уровня 0-4 МБ, MMU, TrustZone	до 4 DMIPS/ 1 – 2.5 GHz на ядро

Raspberry Pi. На рынке компьютерной техники существуют различные одноплатные микрокомпьютеры, основанные на процессорах архитектуры ARM. Одним из самых популярных микрокомпьютеров является Raspberry Pi.

Raspberry Pi – миниатюрный, размером с кредитную карту (85,6×53,98×17 мм), ультрадешевый компьютер, созданный в 2011 г. Дэвидом Брабеном. Разработчики позиционируют Raspberry Pi как компьютер, предназначенный в первую очередь для образовательных целей. За счет своей малой цены он может вписаться даже в ограниченный бюджет образовательных учреждений (рис. 1) [6].

Штатной операционной системой Raspberry Pi является Linux, которая устанавливается на микро-SD-карту в специальном слоте на плате. Вместо традиционного для обычного компьютера жесткого диска Raspberry Pi использует microSD-флеш-карту. Она должна быть предварительно подготовлена, на нее следует установить операционную систему на выбор. Имея несколько флеш-карт, можно поочередно использовать их и таким образом получить несколько изолированных образов компьютеров. Поддерживаются карты размером от 2 ГБ, но рекомендуется объем не менее 4 ГБ, так как помимо самой операционной системы на флеш-карте будут храниться ваши документы и дополнительно установленные программы.

Raspberry Pi выпускается в нескольких комплектациях: model A, model B, model B+, model 2. Наиболее интересными из них являются model B+ и model 2 [6].



Рис. 1. Raspberry Pi model B+

Модель B+. Одноядерный процессор с тактовой частотой 900 МГц и встроенным графическим процессором. Оперативная память объемом 512 МБ. Отображение графической информации производится через цифровой слот HDMI, аналоговый слот RCA или вывод на дисплей. На плате размещено 4 USB разъема для подключения периферийных устройств и разъема Ethernet для подключения к Интернету или к локальной сети [7].

Стоимость Raspberry Pi B+ составляет 3700 рублей.

Raspberry Pi 2 является следующим этапом развития, выпущен в 2015 г. Raspberry Pi 2 основывается на Raspberry Pi B+. В нее интегрирован новый 4-ядерный процессор с тактовой частотой 900 МГц, графический процессор входит в состав микропроцессора. Raspberry Pi 2 оснащается 1 Гб оперативной памятью.

Стоимость Raspberry Pi 2 составляет около 4000 рублей.

Во всех Raspberry Pi присутствуют аппаратные порты ввода-вывода GPIO для связи с внешними устройствами. Потребляемая мощность составляет 1 Вт.

С Raspberry Pi можно реализовать множество проектов: свою игровую приставку, ноутбук (рис. 2), медицентр для телевизора, собственный веб-сервер, управление умным домом, робот (рис. 3) [7].



Рис. 2. Собственный ноутбук

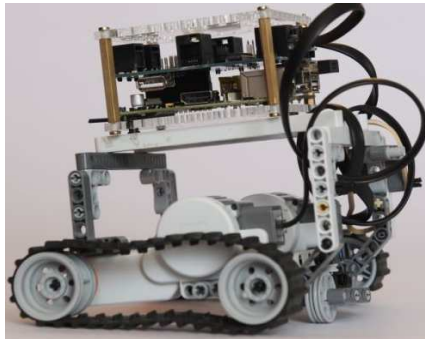


Рис. 3. Собственный робот

На основе Raspberry Pi можно разработать свой высокопроизводительный вычислительный центр при небольших денежных затратах. Пример вычислительных центров, основанных на 20 и 120 микрокомпьютерах с производительностью 38 000 MIPS и 228 000 MIPS соответственно, приведен на рис. 4 [7].



Рис. 4. Вычислительные центры на основе 20 и 120 микрокомпьютерах Raspberry Pi

Заключение. Проведенный в статье анализ позволяет уверенно ориентироваться в многообразии процессоров с архитектурой ARM. Были проанализированы достоинства и недостатки различных вариантов архитектуры и выявлены показания к применению процессоров ARM для решения разных научных и прикладных задач.

Научные и инженерные исследования в настоящее время требуют определенной технической оснащенности, в частности, наличия компьютера, либо вычислительного центра. В условиях ограниченного финансирования необходимо искать альтернативные варианты оснащения, не уступающие классическим вычислительным машинам в производительности и энергоэффективности.

Библиографический список

1. Хартов В.Я. Микропроцессорные системы. – М.: Академия, 2010. – 352 с.
2. ARM (архитектура) // Википедия. – URL: <http://ru.wikipedia.org/?oldid=70354607> (дата обращения: 23.04.2015).
3. Тревор Мартин Микроконтроллеры ARM7. Семейство LPC2000 компании Philips. Вводный курс. – М.: Додэка-XXI, 2006. – 240 с.
4. Редькин П.П. 32/16-битные микроконтроллеры ARM7 семейства AT91SAM7 фирмы Atmel. Руководство пользователя. – М.: Додэка-XXI, 2008. – 250 с.
5. ARM. The Architecture For The Digital World. – URL: <http://www.arm.com/> (дата обращения: 27.04.2015).
6. Официальный сайт Raspberry Pi. – URL: <https://www.raspberrypi.org> (дата обращения: 27.04.2015).
7. Интернет магазин «Амперка» URL: [http:// http://amperka.ru/](http://http://amperka.ru/) (дата обращения: 27.04.2015).

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ ИМПОРТА ДАННЫХ ДЛЯ ИАС «УНИВЕРСИТЕТ»

Студент гр. АТ5-13-1м К.В. Субботин

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Научный руководитель – руководитель Центра отраслевых
технологий *Р.А. Гадиатулин*

Группа компаний ИВС, г. Пермь

В настоящее время компьютеризированные корпоративные системы управления используются почти во всех сферах человеческой жизни, и сфера образования не является исключением. В Пермском национальном исследовательском политехническом университете (ПНИПУ) существует проект по реализации информационно-аналитической системы (ИАС) управления вузом. Данная система призвана решить задачу комплексной информатизации и автоматизации процессов вуза, повышения эффективности управления автоматизируемыми процессами. Спектр бизнес-процессов, подлежащих автоматизации, включает в себя проведение приемной кампании, хранение, сбор и обработку данных о результатах научной деятельности, управление кадрами и многие другие [1].

Одним из важных бизнес-процессов, имеющих место в каждом вузе, является проведение оценки знаний и умений студентов. К оценке знаний и умений студентов существуют различные подходы, но наиболее часто применяемый из них, а также хорошо поддающийся автоматизации – это тестирование. Именно поэтому в ИАС реализуется подсистема тестирования. Задачами данной подсистемы являются не только непосредственно тестирование студентов, но и хранение, сбор и обработка тестовых заданий и некоторые другие.

Одной из проблем при реализации подсистемы тестирования стало наполнение базы данных тестовыми вопросами. Ввод и последующая работа с тестовыми заданиями доступны только администраторам данной подсистемы, но в процессе создания тестовых заданий для студентов участвует намного более широкий круг людей. Предоставить доступ к подсистеме всем заинтересованным лицам не представляется

возможным из-за требований информационной безопасности. В силу вышеуказанных причин потребовалось создать такой механизм наполнения базы тестовых вопросов, при котором составители тестовых заданий могли бы делать это без доступа к подсистеме. Для решения поставленной задачи был выработан подход, при котором составители тестовых заданий пишут их с учетом некоторой фиксированной структуры в файлах формата docx и затем передают администраторам подсистемы для загрузки. Операторы подсистемы, в свою очередь, собирают наборы тестовых заданий и загружают их в базу данных подсистемы тестирования при помощи инструмента импорта.

Структура для описания тестовых заданий. В процессе проектирования подсистемы было установлено, что все тестовые задания делятся на модули, разделы и темы. Также каждый из вопросов имеет уровень сложности от первого до третьего и может проверять либо знания, либо умения студента. Было установлено, что требуется реализовать поддержку подсистемой следующих типов вопросов:

- множественный выбор с одним правильным ответом;
- множественный выбор с несколькими правильными ответами;
- установление соответствия;
- установление последовательности;
- свободный ответ.

С учетом всех требований к вопросам была разработана унифицированная структура файла для описания тестовых заданий. Элементы данной структуры описаны в таблице.

Структура описания тестовых заданий

Строка входного файла	Назначение
?module: 1	Номер модуля
?section: 1	Номер раздела
?theme: 1	Номер темы
?know (abil):	Тестирование знаний (умений)
?diff: 1	Уровень сложности от 1 до 3
?t:	Вопрос

Для каждого типа вопросов был разработан свой способ описания:

- множественный выбор с одним правильным ответом:

t: Содержание вопроса

(): ответ

() : ответ

(*): правильный ответ

() : ответ

- множественный выбор с несколькими правильными ответами:

t: Содержание вопроса

[]: ответ

[*]: правильный ответ

[]: ответ

[*]: правильный ответ

[]: ответ

- установление последовательности:

t: Содержание вопроса

{A}: действие (событие)

{B}: действие (событие)

{B}: действие (событие)

{Г}: действие (событие)

- свободный ответ:

t: Содержание вопроса

/: вариант 1/: вариант 2/: вариант 3/: вариант 4/: вариант 5/: вариант 6/: вариант 7/: вариант 8

Разработка структуры для хранения тестовых заданий. Наличие различных видов тестовых заданий зачастую предполагает сложную структуру, состоящую из нескольких таблиц для их хранения в базе данных. Наличие сложной структуры усложняет единообразную обработку данных и увеличивает количество программного кода, необходимого для интерпретации хранимых данных. Процесс написания и последующей поддержки большого объема программного кода трудозатратен и чреват наличием ошибок. Для решения данной проблемы автором была предложена и внедрена структура данных, позволяющая единообразно хранить вопросы всех ранее указанных типов. Упрощенная версия разработанной структуры изображена на рисунке.

Разработанная структура предполагает наличие двух таблиц для хранения тестовых заданий. В таблице «Вопрос» хранится текст вопроса. В таблице «ОтветНаВопрос» хранятся правильные ответы на вопрос. При этом таблица «ОтветНаВопрос» содержит два основных поля – закрытая часть ответа и открытая часть ответа. Открытая часть ответа вопроса содержит ту информацию, которая будет предостав-

лена студенту в неизменном виде. Закрытая же часть содержит информацию, которую студент должен будет ввести в процессе тестирования. Например, для вопросов множественным выбором правильных ответов в закрытой части будет содержаться знак «*» для верных ответов и пустая строка для всех остальных. Для вопросов на установление последовательности в закрытой части будет содержаться правильный порядковый номер варианта ответа.



Рис. Структура для хранения вопросов

Разработка инструмента импорта. Центральной частью любого инструмента для импорта данных является синтаксический анализатор (парсер), который позволяет разбирать файлы, предоставленные создателями тестов. Существует несколько подходов к написанию синтаксических анализаторов [2]:

- синтаксические анализаторы, написанные вручную;
- синтаксические анализаторы на основе регулярных выражений;
- генераторы синтаксических анализаторов;
- комбинаторные синтаксические анализаторы [3];
- синтаксические анализаторы на базе онтологий [4].

При реализации инструмента импорта данных для подсистемы тестирования был проведен анализ указанных подходов и осуществлен выбор на основе вариантного сектора [5]. В результате был выбран подход на основе регулярных выражений. Данный выбор

обусловлен простотой реализации данного подхода, низким уровнем вхождения для применения регулярных выражений и простотой последующей поддержки. Одним из недостатков применения регулярных выражений называется сложность отладки разрабатываемых программ, но при использовании современных программ (RegexBuddy) и сервисов (regex101.com) для работы с регулярными выражениями этот недостаток не является актуальным.

Библиографический список

1. ИАС «Университет» [Электронный ресурс]. – URL: <http://ivs-corp.ru/solutions/419> (дата обращения: 25.04.2015).

2. Building an External DSL in C# [Электронный ресурс]. – URL: <http://nblumhardt.com/2010/01/building-an-external-dsl-in-c/> (дата обращения: 20.11.2014).

3. Parser combinators [Электронный ресурс]. – URL: <http://msdn.microsoft.com/en-gb/magazine/hh580742.aspx> (дата обращения: 20.11.14).

4. Ontology-Based Extraction-Transformation-Loading (ETL) Processes Model [Электронный ресурс]. – URL: http://www.academia.edu/4092386/Ontology-Based_Extraction-Transformation-Loading_ETL_Processes_Model_in_Data_Environments (дата обращения: 20.11.14).

5. Фуксман А.Л. Технологические аспекты создания программных систем. – М.: Статистика, 1979. – 11 с.

РОС-АНАЛИЗ КЛАССИФИКАТОРОВ

**Аспирант, ассистент Р.Р. Бакунов,
студент гр. РИС-11-16 О.А. Кашин**

Научный руководитель – д-р экон. наук,
профессор *Р.А. Файзрахманов*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Основная задача кластеризации данных состоит в разделении исследуемых объектов на группы, называемые кластерами. Для осуществления кластеризации каждый объект должен характеризоваться вектором признаков (набором числовых характеристик) [1].

Классификатор – это реализованный алгоритмический метод, позволяющий по вектору признаков объекта сделать вывод о принадлежности данного объекта определенному набору кластеров. Часто требуется сравнить несколько классификаторов для формирования оптимального решения задачи классификации.

Постановка задачи. Исходными данными является некоторое количество измеренных биомедицинских сигналов, сгруппированных в кластеры, каждый из которых соответствует определенному состоянию человека.

Данные сигналы формируют набор данных со следующими свойствами:

1. Каждый экземпляр данных выражается четкими числовыми значениями.
2. Класс для каждого конкретного экземпляра данных известен.
3. В результате классификации объект может быть отнесен к одному из трех кластеров.

Требуется сравнить два классификатора с целью выбора оптимального из них на всех заданных классах исследуемых данных [2].

Теоретические основы. Качество классификации характеризуется уровнями ошибок первого и второго рода. Ошибка первого рода – это ложный пропуск, когда интересующее событие ошибочно не обнаруживается. Ошибка второго рода – ложное обнаружение, когда при отсутствии события ошибочно выносится решение о его наличии.

Далее по тексту используются следующие обозначения.

TP_1 – количество верно классифицированных объектов первого кластера; FN_2 – количество объектов первого кластера, ошибочно отнесенных ко второму; FN_3 – количество объектов первого кластера, ошибочно отнесенных к третьему; TN_2 – количество верно классифицированных объектов второго кластера; FP_2 – количество объектов второго кластера, ошибочно отнесенных к первому; TN_3 – количество верно классифицированных объектов третьего кластера; FP_3 – количество объектов третьего кластера, ошибочно отнесенных к первому.

Доля истинно положительных случаев для первого класса будет вычисляться согласно формуле

$$TPR_1 = \frac{TP_1}{TP_1 + FN_2 + FN_3}. \quad (1)$$

Доли ложно положительных случаев будут вычисляться согласно формулам:

$$FPR_2 = \frac{FP_2}{TN_2 + FP_2}, \quad (2)$$

$$FPR_3 = \frac{FP_3}{TN_3 + FP_3}. \quad (3)$$

Сравнение классификаторов предлагается осуществлять с помощью инструментария ROC-кривых.

ROC-кривая (кривая ошибок) – график, позволяющий оценить качество бинарной классификации. Анализ качества классификации с применением ROC-кривых называется ROC-анализом.

Количественную интерпретацию ROC-кривых дает показатель AUC – площадь, ограниченная ROC-кривой и осью доли ложных положительных классификаций. Чем выше показатель AUC, тем качественнее классификатор, при этом значение 0,5 демонстрирует непригодность выбранного метода классификации. Объем под ROC-поверхностью называется VUS и рассматривается как метрика качества классификаторов для небинарных задач классификации данных.

Сравнение классификаторов. Параметром, изменяемым во время работы классификатора, является уровень достоверности получаемых данных [1]. На каждое значение этого внутреннего параметра

можно получить свою тройку чисел $[TRP_1, FPR_2, FPR_3]$. Далее проводится замена согласно правилу:

$$x = FPR_2; y = FPR_3; z = TPR_1. \quad (4)$$

После завершения всех вычислений получается фигура, заданная ROC-поверхностью и ее проекциями на плоскости Oxy , Oxz , Oyz . Тогда показатель VUS будет равен объему данной фигуры.

На рис. 1 показана ROC-поверхность, полученная для первого классификатора.

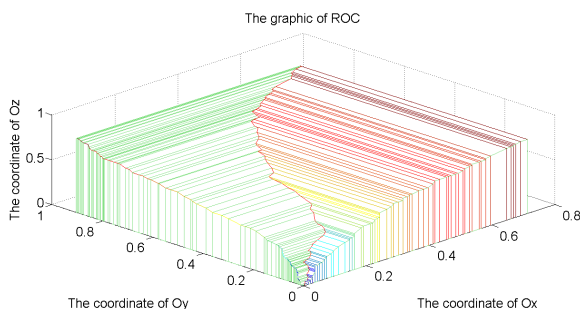


Рис. 1. ROC-поверхность для первого классификатора

Полученное значение VUS равно 0,4216, т.е. объем под поверхностью на тестовом множестве занимает только 42 % от возможного. Таким образом, рассматриваемый классификатор не пригоден для использования (так как минимальный необходимый объем составляет 50 %).

На рис. 2 приведена ROC-поверхность, полученная для второго классификатора.

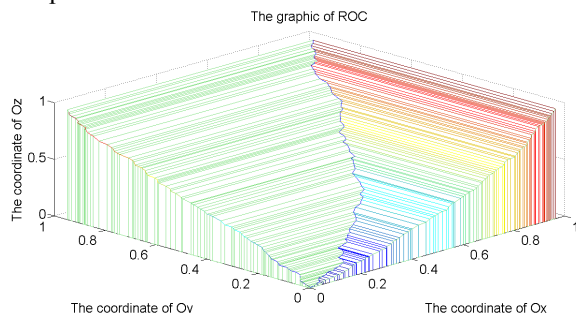


Рис. 2. ROC-поверхность для первого классификатора

Значение VUS равно 0,5233, т.е. объем под поверхностью на тестовом множестве заполняет 52 % от возможного. Таким образом, второй классификатор пригоден для использования. Также его качественная оценка превышает аналогичную оценку первого классификатора.

Заключение. В данной статье был описан и применен специализированный математический метод сравнения классификаторов.

С помощью данного метода была выполнена оценка двух классификаторов. Оказалось, что они обладают довольно скудными характеристиками. Однако второй качественно преобладает над первым. Приведенные графики и оценки свидетельствуют о том, что гораздо выгоднее прорабатывать способы улучшения второго классификатора, чем первого.

Применение подобных методов сравнения классификаторов позволит повысить эффективность функционирования информационно-измерительных систем в задачах, требующих определения состояния исследуемого объекта на основе классификации сигналов его функционирования [2].

Библиографический список

1. Технология анализа данных: Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP / А.А. Барсегян, М.С. Куприянов, В.В. Степаненко, И.И. Холод. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007. – 384 с.

2. Воробьев С.Н. Цифровая обработка сигналов: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования. – М.: Академия, 2013. – 320 с.

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ЭРГНОМИКИ ГРАФИЧЕСКИХ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ИНТЕРФЕЙСОВ

Аспирант Д.П. Сорока

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Успешность программного обеспечения на рынке складывается из многих факторов: функциональность, стоимость, техническая поддержка, документация, маркетинг, и т.д. Одним из таких важных факторов является удобство пользовательского интерфейса.

При выборе программного обеспечения покупателю необходимо сравнить конкурирующие программы по соответствующим критериям. В случае с оценкой по критериям функциональности, стоимости, технической поддержки все обстоит достаточно просто – достаточно обратиться к эксперту, который сравнит количество функционала, цены на продукт, объем и подробность документации, и прочее.

В случае с оценкой удобства пользовательских интерфейсов такой подход, как правило, не применим. Что для одного пользователя будет удобным, то для другого пользователя может быть неудобным. В таких ситуациях, как правило, используется методика оценки с помощью фокус-групп, подразумевающая тестирование продукта с помощью определенных групп лиц. Такой подход также не всегда применим и нерационален – привлечь к тестам фокус-группу и необходимых для тестирования специалистов, как правило, дороже и дольше.

Для того чтобы избежать подобных издержек, при оценке пользовательских интерфейсов применяется оценка по определенным критериям, например, по времени выполнения пользователем операций с использованием пользовательских интерфейсов. Такая оценка может проводиться как с привлечением фокус-групп (что дорого и долго), так и с помощью различных моделей и методов.

Определим методы, которые позволяют произвести оценку пользовательских интерфейсов по критерию времени выполнения операций:

- закон Фиттса [1, 2];
- закон Хика [3];
- KSL-GOMS [4, 5].

Закон Фиттса – закон, согласно которому время достижения цели прямо пропорционально дистанции до нее и обратно пропорционально ее размеру. Исходя из этого закона, чем меньше расстояние до управляющего элемента и больше его размер, тем меньше времени

потребуется пользователю для того, чтобы воспользоваться этим элементом [1, 2].

Закон Хика – закон, согласно которому время реакции при выборе из некоторого числа альтернативных сигналов зависит от их числа. Исходя из закона, чем больше количество управляющих элементов, тем больше времени потребуется пользователю, чтобы выбрать какой-либо из них [3].

Метод KLM-GOMS является одним из семейства методов GOMS, позволяющих провести моделирование выполнения той или иной задачи пользователем и с помощью модели получить среднестатистическое время ее выполнения, которое впоследствии можно использовать как критерий оценки качества эргономики графического интерфейса системы. Аббревиатура расшифровывается как Goals, Operators, Methods, Selection Rules – цели, операторы, методы и правила выбора. Согласно методам определяются цели, которые должен достигнуть пользователь, затем определяются возможные методы достижения этой цели, из которых впоследствии выбираются интересующие с точки зрения времени выполнения. Процесс выполнения выбранных методов разбивается на простейшие операторы – действия, которые необходимо совершить для достижения цели, среднестатистическое время выполнения которых известно. Таким образом, время выполнения определенного метода складывается из всего времени, затрачиваемого на выполнение операторов, из которых состоит метод [4, 5]. Для того чтобы протестировать эти методы, рассмотрим два варианта пользовательского интерфейса, решающих одну задачу (рис. 1, 2).

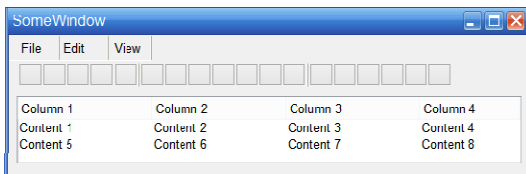


Рис. 1. Первый вариант интерфейса абстрактной системы

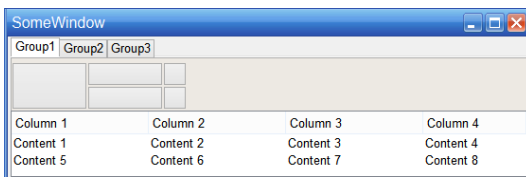


Рис. 2. Второй вариант интерфейса абстрактной системы

Для определения времени выполнения операций с каждым из вариантов интерфейса были выполнены измерения, включающие в себя оценку времени выполнения операций по двум сценариям, предполагающим разный подход к порядку выполнения действий, ведущих к выполнению задачи, поставленной перед пользователем. После измерения времени выполнения операций каждым из методов были составлены диаграммы, отображающие это время (рис. 3, 4).

Согласно диаграмме сравнения времени выполнения операций (см. рис. 3) лидером по скорости выполнения операций является первый вариант интерфейса.

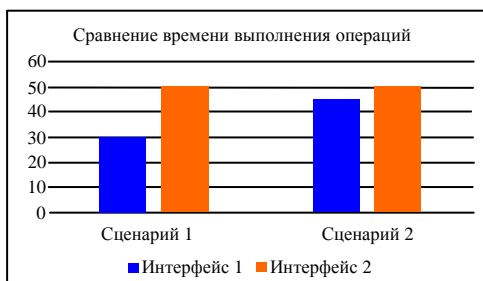


Рис. 3. Сравнение времени выполнения операций согласно методу KLM-GOMS

Согласно диаграмме сравнения времени выбора управляющего элемента (см. рис. 4) лидера выбрать невозможно – в разных сценариях получены диаметрально противоположные данные.

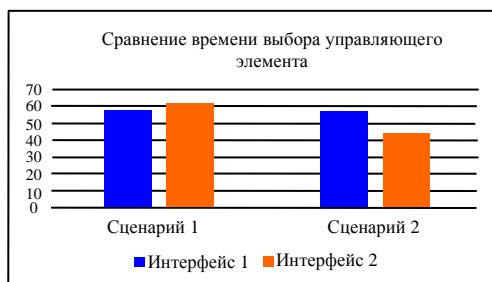


Рис. 4. Сравнение времени выполнения операций согласно закону Хика

Согласно диаграмме сравнения времени указания на управляющие элементы (рис. 5) лидером можно признать второй вариант интерфейса, поскольку выбор категории осуществляется много реже, чем использование управляющих элементов внутри выбранной категории.

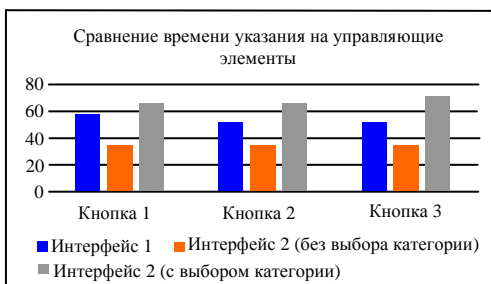


Рис. 5. Сравнение времени выполнения операций согласно закону Фиттса

Из обзора диаграмм можно сделать вывод, что указанные методы не позволяют определить однозначного лидера в сравнении пользовательских интерфейсов. Связано это с тем, что каждый из методов имеет определенный недостаток, отражающийся на результате измерения:

- KLM-GOMS принимает время указания на управляющий элемент и время ментальной подготовки (выбора необходимого элемента из многих) константами. Однако законы Фиттса и Хика явно указывают на то, что эти величины в большой степени зависят от архитектуры пользовательского интерфейса;

- законы Фиттса и Хика узконаправлены и не описывают всего процесса работы пользователя с интерфейсом.

Таким образом, в данный момент не существует метода (или набора методов), позволяющего с большой достоверностью сравнивать удобство интерфейсов, используя критерий времени выполнения операций. Необходимо создать такой метод, который использовал бы достоинства KLM-GOMS и законов Фиттса и Хика и одновременно избавился бы от их недостатков.

Библиографический список

1. Fitts P.M. The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement // Journal of experimental psychology. – 1954. – Т. 47. – № 6. – С. 381.
2. Fitts P.M., Peterson J.R. Information capacity of discrete motor responses // Journal of experimental psychology. – 1964. – Т. 67. – № 2. – С. 103.
3. Hick W.E. On the rate of gain of information // Quarterly Journal of Experimental Psychology. – 1952. – Т. 4. – № 1. – С. 11–26.
4. The psychology of human-computer interaction / S.K. Card [et al.]. – 1983.
5. Kieras D. Using the keystroke-level model to estimate execution times // University of Michigan. – 2001. – Т. 555.

Секция II
АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ КОНТРОЛЯ КРУГЛОСТИ ДЕТАЛЕЙ

**Студент гр. мктоп-21 О.А. Яловой,
аспирантка Е.П. Решетникова**

**Научный руководитель – д-р техн. наук, профессор О.В. Захаров
Саратовский государственный технический университет
им. Ю.А. Гагарина**

Различные требования к точности, производительности и условиям контроля привели к созданию множества методов и средств измерения, каждый из которых не может быть универсальным и имеет свою рациональную область применения [1]. На практике для контроля круглости наибольшее применение получили кругломеры, координатно-измерительные машины (КИМ) и приборы с двух- и трехточечным контактом. Кругломеры и КИМ имеют высокую стоимость, требуют высококвалифицированного обслуживания и специальной организации рабочего места. Поэтому они преимущественно применяются в центральных метрологических лабораториях предприятий. В цеховых условиях получили распространение приборы с двухточечным контактом (скобы, микрокаторы) или трехточечным контактом (комбинации призм и датчиков линейных перемещений). При разностном методе измеряют не абсолютные значения интересующей величины, а разности между ее последовательными значениями. Причем аналитическая зависимость между измеряемой и искомой величинами не известна. Для измерения круглости в цеховых условиях в основном применяют приборы с трехточечным контактом (разнообразные комбинации призм и датчиков малых линейных перемещений). Именно к данной разновидности измерения относится рассматриваемый бесцентровый метод.

Сущность бесцентрового метода измерения состоит в том, что деталь вращается и опирается на базирующие поверхности призмы непосредственно измеряемой поверхностью, а датчик малых линейных перемещений фиксирует совокупное проявление круглости и отклонения от соосности. Это приводит к возникновению систематической погрешности измерений, достигающей до 100 % [2, 3].

Известные попытки минимизировать методическую погрешность на основе конструктивных решений прибора и разработки спе-

циальных методик обработки результатов измерения позволили лишь частично решить проблему [4, 5]. Основная трудность заключается в создании математической модели измерения высокой степени адекватности.

Поэтому разработана новая модель бесцентрового измерения, использующая численные методы и гармонический анализ [6]. С помощью данной модели выполнено моделирование для реальных деталей и доказана возможность минимизации систематической погрешности измерения до 1–2 %.

Математическое описание процесса измерения рассматривается в три этапа: нахождение центра средней окружности профиля детали после базирования, определение радиусов измеренных датчиком точек профиля, расчет круглости по измеренным точкам. На третьем этапе определяют значение круглости. Наиболее просто величина круглости находится для средней окружности. Для расчета круглости по окружности минимальной зоны можно воспользоваться методикой, изложенной в [7, 8]. На основе математической модели бесцентрового измерения разработаны алгоритм и программа на языке C++ (рис. 1).

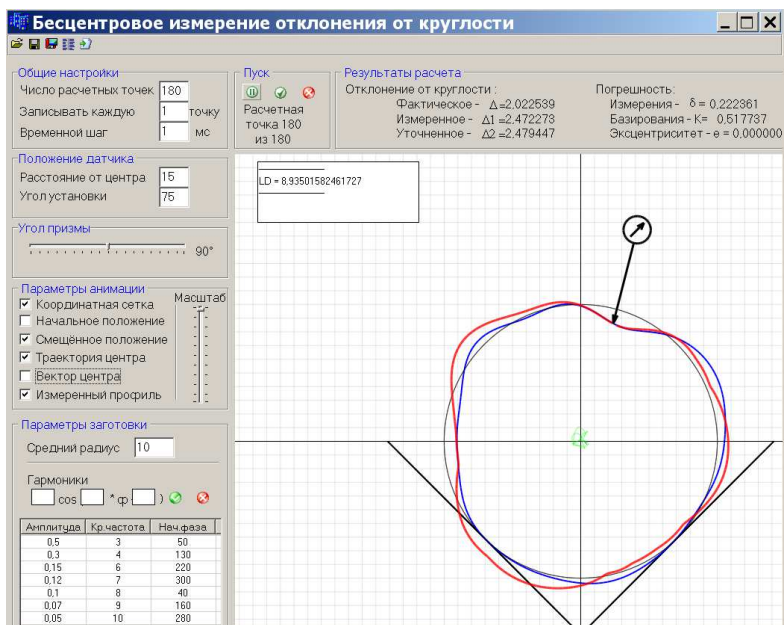


Рис. 1. Моделирование бесцентрового контроля круглости

С целью исследования систематической погрешности и путей ее минимизации проведены измерение и моделирование для 50 наружных колец подшипников диаметром 30 мм с допуском круглости 0,002 мм. Эталонные измерения, по которым задавался фактический профиль деталей, выполнялись на прецизионном кругломере модели Talysond 30. Варьировались угол призмы $\alpha = 60, 90, 120^\circ$ и угол датчика $\beta = 0, 15, 30, 45, 60, 75^\circ$. Для партии деталей наихудшее значение относительной погрешности составило 62 % и соответствовало параметрам $\alpha = 120^\circ, \beta = 75^\circ$, наилучшее равно 17,5 % для параметров $\alpha = 90^\circ, \beta = 15^\circ$. Стандартное отклонение для указанных вариантов настройки составило 26 и 14,5 % соответственно. Таким образом, оптимальная наладка для партии деталей позволяет одновременно уменьшить среднее значение систематической погрешности и ее размах. Оптимальная наладка прибора на каждую деталь в отдельности обеспечила среднее значение погрешности 4,11 % и стандартное отклонение 4,12 %. При этом выбор угла призмы также ограничивался тремя значениями $\alpha = 60, 90, 120^\circ$. Очевидно, что более точная наладка прибора по углу призмы и углу датчика позволит еще эффективнее снижать погрешность измерения.

Для реализации стратегии контроля на основе адаптивной наладки предложен прибор с изменяющимся углом раскрытия призмы и угловым положением датчика малых линейных перемещений (рис. 2).

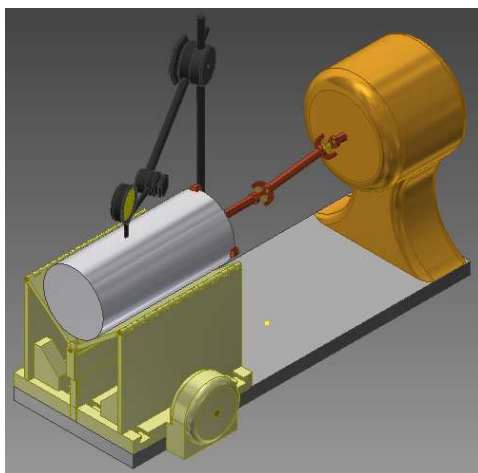


Рис. 2. Прибор для бесцентрового контроля

Основной технической характеристикой прибора будет погрешность измерения круглости, которая складывается из погрешности датчика линейных перемещений, систематической погрешности и случайной составляющей, определяемой условиями контроля. Погрешность оптического датчика перемещений составляет 0,1 мкм. Систематическая погрешность определяется в процентах от контролируемой величины и обычно составляет 30 %. Минимизация систематической погрешности на основе адаптивной наладки до величины 1–2 % позволяет при измерении деталей с погрешностью формы 2–5 мкм достигнуть точности 0,2–0,5 мкм. Согласно международным и отечественным метрологическим стандартам это считается достаточным.

Сравнение предлагаемого решения с зарубежными аналогами показывает, что по точности разрабатываемый информационно-измерительный комплекс соответствует КИМ порталного типа (стоимость 200–500 тыс. \$) и несколько уступает кругломерам с вращением стола (стоимость 30–100 тыс. \$). Преимуществом комплекса для бесцентрового контроля круглости, в первую очередь, будет меньшая стоимость, по предварительным оценкам составляющая 350 тыс. рублей. Другое достоинство заключается в возможности контроля крупногабаритных заготовок в цеховых условиях и встраивании автоматизированного комплекса в технологическое оборудование.

Целесообразная область применения информационно-измерительного комплекса – цеховые условия машино- и приборостроительных предприятий при серийном и массовом производстве продукции. Актуальность разработки возрастает в связи с необходимостью импортозамещения для оборонно-промышленных предприятий. Информационно-измерительный комплекс также можно использовать в учебных целях при подготовке студентов различных направлений и специальностей в учебной лаборатории метрологии, стандартизации и сертификации.

Библиографический список

1. Авдулов А.Н. Контроль и оценка круглости деталей машин. – М.: Изд-во стандартов, 1974. – 176 с.
2. Palei M.A., Chudov V.A. Potentialities of saddle-shaped instruments in testing diameters and shape deviations // Measurement Techniques. – 1972. – Vol. 15. – Iss. 4. – P. 532–534.

3. Markov N.N., Gipp N.B. Computer simulation of the process of measurement of roundness deviations by the difference method. *Measurement Techniques*. – 1984. – Vol. 27. – Iss. 6. – P. 489–491.

4. Precision roundness measuring gauge / Ya.I. Binder, I.D. Gebel', A.I. Nefedov, V.N. Bakulin, V.A. Shapiro // *Measurement Techniques*. – 1999. – Vol. 42. – Iss. 8. – P. 755–760.

5. Новое поколение накладных кругломеров / Б.П. Тимофеев, М.М. Свиткин, И.Д. Гебель, С.Ю. Млокосевич // *Датчики и системы*. – 2006. – № 1. – С. 49–54.

6. Захаров О.В. Методические основы гармонического анализа круглограмм / О.В. Захаров, В.В. Погораздов, А.В. Кочетков // *Метрология*. – 2004. – № 6. – С. 3–10.

7. Cho N., Tu J. Roundness modelling of machined parts for tolerance analysis // *Precision Engineering*. – 2001. – № 25. – P. 35–47.

8. Li Xiuming, Liu Hongqi. A simple and efficient algorithm for evaluation of roundness error // *Measurement Science and Technology*. – 2012. – Vol. 23. – № 8. – P. 087003.

9. Захаров О.В. Прибор для бесцентрового контроля круглости с применением адаптивной наладки / О.В. Захаров, О.А. Яловой // *Качество продукции: контроль, управление, повышение, планирование: сб. науч. трудов междунар. науч-практ. конф.* – Курск: Изд-во ЮЗГУ, 2014. – С. 195–195.

ПРОЕКТ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ В СЛУЖБЕ АВТОМАТИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ

Студент гр. КТУР-475 С.Е. Захаров

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *А.М. Коровин*
«Южно-Уральский государственный университет»
(Национальный исследовательский университет), г. Челябинск

Суть проекта заключается в создании собственной системы планирования в Службе автоматизации бизнес-процессов (САБП), являющейся IT-подразделением крупного приборостроительного НПО, которая бы полностью обеспечивала требуемый функционал в соответствии с действующими бизнес-правилами. Служба автоматизации бизнес-процессов отвечает за внедрение, модернизацию и поддержание работоспособности информационных систем на предприятии. Работа над задачами и проектами осуществляется по технологии Stage Gate.

В области управления проектами по созданию или внедрению информационных технологий (ИТ) ситуация гораздо сложнее, чем в строительстве, нефтедобыче и т.п. Отрасль ИТ достаточно молода, и нормативы длительности, трудоемкости и качества встречаются крайне редко. Процессы очень часто выполняются итерационно, чего почти не встретить, например, в строительстве. Стоимость информационных систем нередко сопоставима со стоимостью труда разработчиков, поэтому затраты на приобретение и внедрение средств автоматизации управления проектами для небольших и средних компаний многим представляются чрезмерными. Результаты работ далеко не всегда непосредственно влияют на эффективность производства и нередко плохо измеримы. Все это снижает мотивацию применения методов управления проектами в практике информационных служб.

На предприятии была поставлена задача – провести модернизацию уже существующей системы. Существующая система состоит из нескольких файлов Excel: файла для описания задач – «Перечень отчетов в работе АСУП» и файла проектов – «projects list». При этом файлы состояли из листов различного формата, начиная от непосредственного списка задач/проектов и заканчивая отчетами качества.

Ранее был проведен подготовительный этап, в ходе которого выполнены следующие шаги:

- выявление недостатков существующей системы;
- формулировка функциональных требований;
- определение рамок создаваемого проекта [1].

На данном этапе были выявлены основные проблемы, существующие при текущей системе планирования:

- полное отсутствие многопользовательности;
- ограниченные возможности Excel по формированию фильтров и отчетов;
- ограниченное число людей, имеющих доступ к файлам;
- неполная автоматизация процесса.

Следующим шагом по созданию интересующей нас информационной системы является этап ее проектирования. Данный этап проводится в соответствии с выявленными на предыдущем шаге данными о необходимых требованиях, используя их как опорные столпы при описании модели. С другой стороны, проектирование системы является необходимой составляющей для ее непосредственной реализации в программном коде. Это связано с тем, что при наличии полного и грамотного описания всех функций и частей процесса его программирование становится весьма простой задачей, требующей незначительного числа дополнительных исследований процесса.

Первым шагом при проектировании информационной системы является укрупненное описание (построение модели) самого бизнес-процесса, в нашем случае – процесса проектирований [2]. В ходе описания рассматриваются:

- Группы пользователей. Так, все пользователи данной системы разбиваются на группы по какому-либо определяющему признаку. Такими признаками могут выступать: права на использование информации в системе, требуемый функционал для каждой группы, территориальное распределение и другие. В данном примере пользователей разделили на 3 группы в зависимости от предоставляемого им функционала. Так мы получили следующие группы: пользователи – сотрудники предприятия, у которых возникает необходимость в автоматизации, из функционала у них доступно лишь добавление новых задач, аналитики – сотрудники рассматриваемого ИТ-подразделения, осуществляющие непосредственно планирование задач и проектов, программисты – сотрудники, участвующие в учете отработанных часов, и руководство – лица, для которых предоставляется необходимая отчетность по работе отдела.

- Описание основных подсистем (блоков) и их начальная декомпозиция по конкретным работам. Для рассматриваемой системы планирования основными подсистемами стали:

- 1) добавление новой задачи/проекта;
- 2) ведение рабочих планов по задаче;
- 3) предоставление отчетности.

- Описание связей между элементами системы, движение рабочих документов, влияние внешних факторов на тот или иной процесс.

Полученная модель необходима для согласования общего представления о будущей системе для всех ее участников, позволяет описать заложенные заранее требования и создает основу для всего дальнейшего проектирования.

В качестве средства моделирования использовались AllFusion Process Modeler 7, а также методологии IDEF0 и IDEF3, являющиеся действующими нотациями для описания последовательности проводимых работ и логических связей между ними [3].

Разбиение подсистем на элементы и выстраивание связей между ними вы можете увидеть на рис. 1–3.

Вторым шагом проектирования является создание следующих взаимосвязанных элементов: схемы данных, интерфейсов и словарей. Основная сложность данного процесса заключается в том, что одна составляющая неизбежно оказывает влияние на все остальные. Так, утвержденная схема данных может существенно ограничить функционал интерфейса, а словари задают описание схемы базы данных. Однозначному решению данной задачи препятствует также и то, что такие элементы, как схема данных и интерфейсы, ориентированы в разные стороны. Так, схема данных ориентирована, прежде всего, на разработку информационной системы, обеспечение ее надежности, быстродействия и ряда других качественных показателей. Интерфейсы же, напротив, направлены в сторону пользователя – непосредственного заказчика информационной системы, который имеет свой интерес в виде удобства работы с системой, желаемого визуального представления данных и прочих. Таким образом, на данном шаге необходимо найти оптимальное решение поставленной задачи, учитывая пожелания пользователей в требуемых им интерфейсах и возможность базы данных при организации их хранения. Примеры создаваемых интерфейсов для рассматриваемой информационной системы представлены на рис. 4.

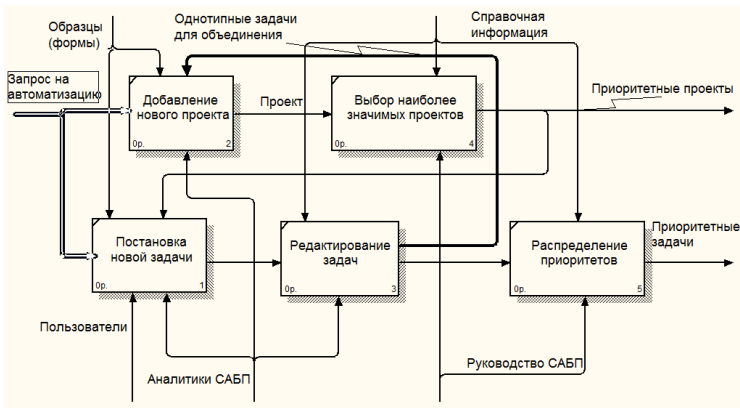


Рис. 1. IDEF0-модель – добавление новой задачи/проекта

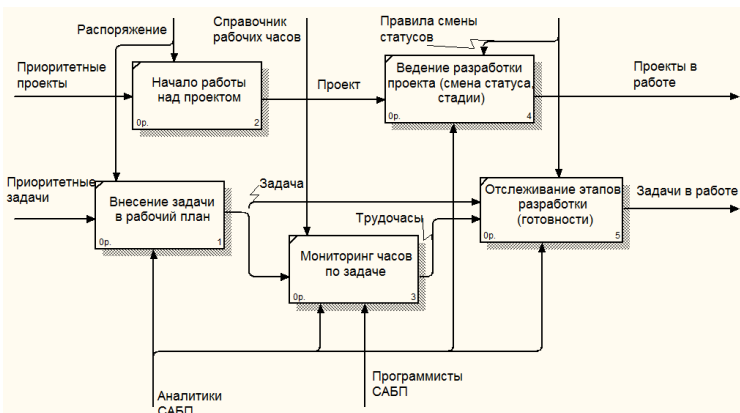


Рис. 2. IDEF0-модель – ведение рабочих планов

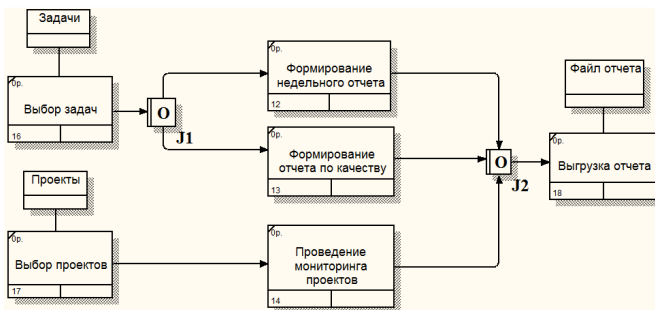


Рис. 3. IDEF3-модель – предоставление отчетности

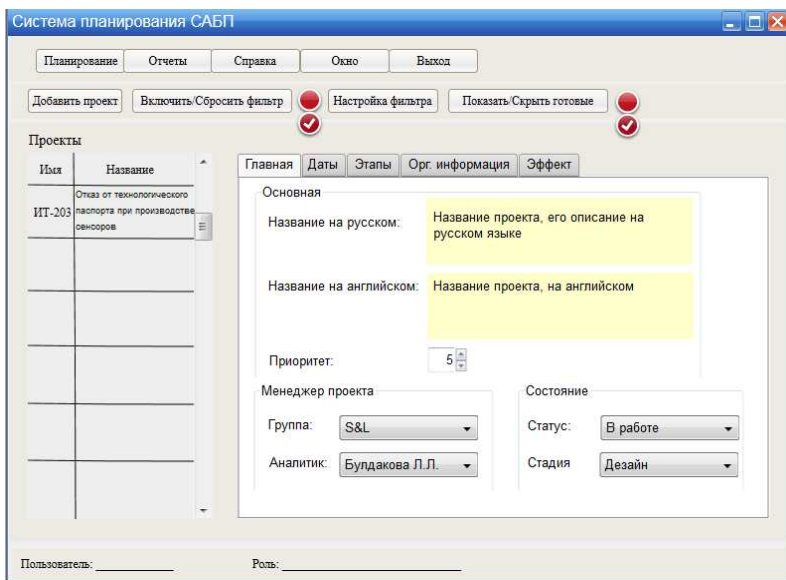


Рис. 4. Пример создания будущего интерфейса

Третий шаг – это проработка всех выполняемых действий в системе, детальное описание принципов и алгоритмов их работы. По своей сути данный шаг представляет собой еще большее разбиение и углубление модели, полученной на первом шаге при создании модели. В результате мы получаем так называемое математическое обеспечение бизнес-процесса, что является одним из конечных результатов процесса моделирования.

Библиографический список

1. Захаров С.Е. Коровин А.М. Автоматизация системы планирования в IT-подразделении научно-производственного объединения // Решение 2014: материалы Третьей Всерос. науч.-практ. конф. школьн. и студ. Березников. филиала ПНИПУ. – Пермь, 2014. – С. 87–88.
2. Титоренко Г.А. Информационные системы и технологии управления. – М.: Юнити-Дана, 2012. – 591 с.
3. Похилько А.Ф., И.В. Горбачев. CASE-технология моделирования процессов с использованием средств BPWin и ERWin: учеб. пособие. – Ульяновск: Изд-во УлГТУ, 2008. – 120 с.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЕТИ МАГАЗИНОВ ДЕТСКОЙ ОДЕЖДЫ «МАЛЫШ»

Студентки гр. ПИБ-111 К.Е. Пешкова, Я.А. Береза
Научный руководитель – старший преподаватель *К.Э. Рейзенбук*
Кузбасский государственный технический университет
им. Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово

Сегодня мы являемся свидетелями бурного развития информационных технологий, когда компьютеры используются практически во всех областях бизнеса. Автоматизация деятельности розничной и оптовой продажи не является исключением. Скорее даже наоборот, это одно из ведущих направлений использования компьютерных систем. Так, автоматизация торговли добралась и до магазинов детских товаров, которые до сих пор ведут свой учет в журнале. Это касается не супермаркетов, а небольших торговых точек, которые можно увидеть в каждом торговом центре. Стремительный прогресс средств вычислительной техники, изменение условий торговли, расширение спектра технических средств, а также использование больших объемов информации диктуют необходимость внедрения информационных технологий в процесс управления торговлей.

Заказчик владеет сетью магазинов детской одежды «Малыш», куда входят два филиала. Имеется складское помещение. Магазин специализируется на продаже детской одежды. Также в ассортименте присутствуют и прочие детские товары. На данный момент в магазине ведется ручной учет, и это является основной проблемой. Чеки выписываются тоже вручную. Помимо этого, находясь в одном магазине, нельзя запросто узнать о наличии какого-либо товара в другом, т.е. отсутствует централизованное хранилище. Кроме того, клиентская база устарела, отсутствует информирование клиентов о предстоящих акциях или новых поступлениях товара.

Прежде чем начать автоматизацию, необходимо ясно и четко сформулировать требования к ней:

- 1) провести анализ деятельности;
- 2) определить функции работы системы;
- 3) составить бизнес-процессы.

Детский магазин, в отличие от взрослого, содержит большое разнообразие видов товаров: платья, джинсы, пижамы, футболки,

комбинезоны, шорты, ползунки, игрушки и прочие специализированные товары. Также все виды товаров могут быть разделены на разные возрастные группы: для малышек, для детей и для подростков (возрастная группа детей от 0 до 14 лет). Так как маленькие магазины закупаются у разных поставщиков, идет разбиение товара по разным размерным рядам. Поэтому при автоматизации бизнес-процессов магазина детских товаров необходимо учитывать большой ряд особенностей. Кроме этого магазины детских товаров ориентируются на разные категории покупателей по уровню доходов, чтобы удовлетворить потребности каждого покупателя. Если добавить к этому необходимость иметь широкий ассортимент товаров, рассчитанный на разные возрастные группы, и учесть, что покупают в основном родители, а пользуются товарами дети, то становится понятно, что торговля детскими товарами – достаточно сложный бизнес как с организационной, так и с маркетинговой стороны. Соответственно, при автоматизации работы таких магазинов необходимо обеспечить возможность работы с широким ассортиментом товаров, учитывать размеры и цвета продаваемых изделий, поскольку размерный ряд в детских магазинах, как правило, шире, чем в магазинах для взрослых.

Проведя анализ деятельности предприятия, было решено создать систему, которая будет хранить историю движения товаров, актуальный остаток, поиск товаров по различным признакам, возможность реализации товаров за наличный и безналичный расчет, возможность формирования клиентской базы, реализацию товара со скидкой по дисконтной карте, генерировать штрих-коды для поступивших товаров, смс и email-рассылку для постоянных клиентов о предстоящих акциях.

Автоматизация – одно из направлений научно-технического прогресса, использующее саморегулирующие технические средства и математические методы с целью освобождения человека от участия в процессах, либо существенное уменьшение степени участия или трудоемкости выполняемых операций [1].

Были автоматизированы следующие бизнес-процессы:

- поступление товара от поставщика;
- продажа товара за наличный расчет;
- продажа товара за безналичный расчет;
- возврат товара;
- работа с дисконтными картами;

- генерация штрих-кодов;
- настройка прав пользователей;
- поиск товара;
- смс-рассылка;
- формирование клиентской базы.

Сложность автоматизации работы магазина детских товаров заключается в подробном описании бизнес-процессов работы магазина, ведь необходимо продумать возможности ассортиментного учета: учет товаров по видам, цветам, размерам, возрасту, по сроку годности, по сезону. Использование данной программы даст существенную экономию времени как в процессе самой продажи, так и в процессе инвентаризации.

Успешное внедрение решений автоматизации бизнес-процессов способствует повышению общей эффективности деятельности и достижению предприятием лучших результатов: ведение правильного учета товаров, повышение ответственности персонала, регулирование работы продавцов, ускорение обслуживания покупателей, снижение загруженности продавцов, увеличение товарооборота и прибыли.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ЭНЕРГОМОНИТОРИНГА ЗДАНИЙ

Студент гр. АТПП-11 Г.П. Микрюков

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *А.В. Кычкин*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

На сегодняшний день разработка и развитие энергосберегающих технологий являются приоритетными задачами энергетики. Одним из методов экономии потребления энергии является внедрение систем энергоменеджмента (СЭнМ), в которых ключевым элементом являются системы энергомониторинга (СЭМ) [1, 2]. Внедрение СЭМ обусловлено необходимостью повышения эффективности управления энергопотреблением на производстве, в строительстве, транспортной сфере и других видах деятельности. Это достигается за счет обеспечения прозрачности и адекватности протекающих процессов на основе автоматизации процессов сбора и передачи информации об энергетическом состоянии объектов [3]. Также это сочетается с целенаправленным увеличением безопасности труда персонала.

Для реализации системы мониторинга необходимо исследовать текущее состояние объекта и находящегося в нем оборудования, определить основные параметры и точки мониторинга, разработать архитектуру СЭМ [4].

Сформулируем задачи, которые должна выполнять автоматизированная СЭМ:

- 1) автоматизированный сбор данных потребления электроэнергии агрегатами лаборатории;
- 2) преобразование данных в необходимый формат для долгосрочного хранения в БД;
- 3) визуализация хранимых данных в виде графиков и трендов;
- 4) формирование сообщений об аварийных событиях, вызванных превышением параметров мониторинга технологической нормы;
- 5) аналитическая работа с информацией.

Строение и состав системы энергомониторинга. СЭМ должна представлять из себя распределенную систему сбора данных. Устройства ввода будут разнесены по объекту, а данные с них будут поступают к единому накопителю по сети. Такая структура дает

возможность практически неограниченного наращивания числа каналов ввода информации [5].

Структура СЭМ включает в себя: чувствительные элементы (датчики и/или измерительные преобразователи), устройства сбора данных, сервер обработки и хранения данных, АРМ с клиентским программным обеспечением.

Программное обеспечение СЭМ должно обладать следующими свойствами:

- открытая архитектура с поддержкой пользовательских программ графической визуализации;
- авторизация и аутентификация пользователей;
- визуализация данных с поддержкой масштабирования и селекции части данных;
- возможность сравнения и ранжирования данных за разные периоды;
- возможность задания верхних и нижних пороговых значений с целью выявления скачков и аварийных ситуаций;
- возможность экспорта графика и данных.

В качестве устройств сбора данных были выбраны анализаторы мощности UMG 104 и UMG 604 фирмы Janitza electronics GmbH. Данные устройства оборудованы процессором DSP, поддерживают до 8 каналов и считывают с них данные с частотой 20 кГц, это позволяет точно фиксировать значения электрических параметров [6]. Данные устройства обладают интерфейсами связи RS-485 и RS-232, UMG 604 также оснащен Ethernet-портом, это позволяет устройству быть шлюзом (в рассматриваемом случае между RS-485 и Ethernet).

Для фиксации сигналов потребителей анализаторам требуются измерительные трансформаторы тока.

Для информационной поддержки системы было выбрано ПО GridVis фирмы Janitza electronics GmbH и OpenJEVis фирмы ENVIDATEC GmbH.

GridVis – программное обеспечение, входящее в комплект поставки с анализаторами мощности UMG 604, оно позволяет осуществлять полную настройку анализаторов мощности, считывать и визуализировать значения с приборов в онлайн-режиме. Также в GridVis имеется возможность экспортирования данных в формат CSV [6].

В предлагаемой системе GridVis будет использоваться для считывания информации с измерительных устройств, конвертации дан-

ных в CSV-формат и настройки анализаторов мощности. Причиной этому служит то, что OpenJEVis обладает более широкими аналитическими функциями и удобным интерфейсом.

Программное обеспечение с открытым кодом OpenJEVis является информационной системой, реализующей возможность получения и обработки всех видов физических данных [7]. Система OpenJEVis обеспечивает Java-основанный веб-интерфейс. OpenJEVis состоит из множества программных модулей, самые используемые из них: JEDB – БД на основе СУБД My-SQL; JEConfig служит для настройки и правки узлов учета, импорта, экспорта и обработки данных; JEChart – графический интерфейс пользователя, который представляет графики сравнения данных; JEBench – инструмент для сравнения и ранжирования данных о потреблении; JEGraph – структура визуализации, которая подключает различные графические модули (такие как JEChart и JEBench).

На основании этих данных была разработана структурная схема типовой системы, она изображена на рис. 1.

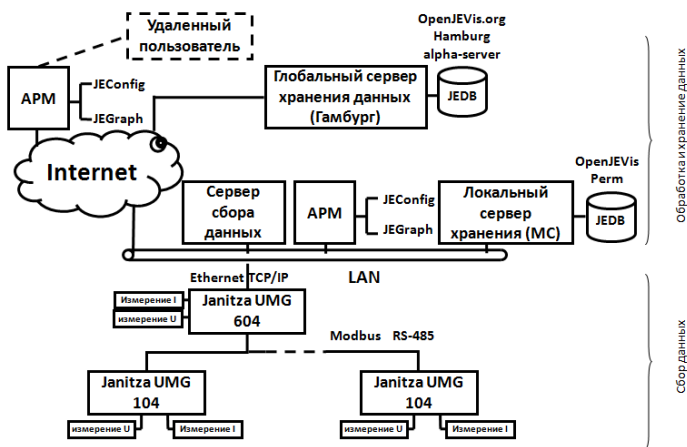


Рис. 1. Структурная схема СЭМ

Система подразделяется на 2 уровня: сбор данных, обработка и хранение данных. Как видно из схемы, данные хранятся одновременно на двух серверах. Возможность доступа удаленного пользователя обеспечивается веб-интерфейсом OpenJEVis. Разработанная структура удовлетворяет всем поставленным требованиям.

На рис. 2 изображены значения тока для одного из входов анализатора. Верхний рисунок демонстрирует отображение данных в GridVis, нижний – в JEGraph.

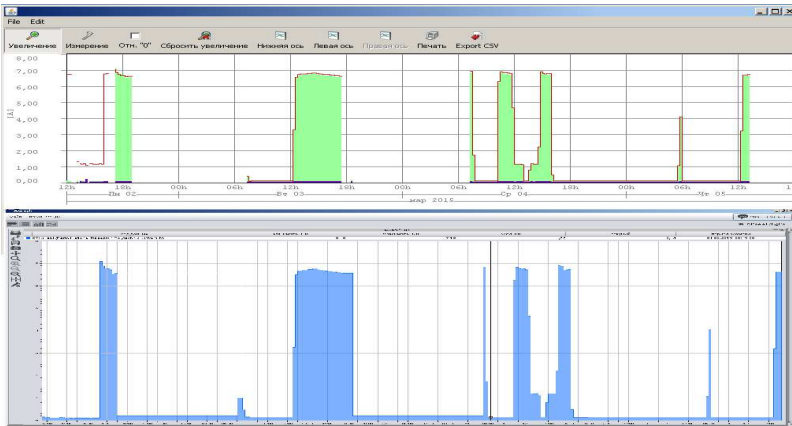


Рис. 2. Токи входа L1, GridVis – верх, JEGraph – низ

Перспективы развития СЭМ. Дальнейшее развитие данной системы будет нацелено на прогнозирование энергопотребления и расчет корреляционных функций объектов мониторинга.

Алгоритм прогнозирования должен учитывать несколько типов факторов: циклические, они являются наиболее прогнозируемыми, и случайные [8].

Корреляционные функции объектов необходимы для снижения количества устройств сбора данных. Если представить, что энергопотребление каждого элемента объекта можно описать функцией O_i , а подача энергии на объекты регулируется выключателем S_i , то схематично модель суммарного энергопотребления можно будет изобразить, как она показана на рис. 3.

Суммарное энергопотребление будет описываться следующей формулой:

$$y_k = \sum_{i=1}^N S_i \cdot O_i. \quad (1)$$

Такое усовершенствование СЭМ позволит снизить число устройств сбора данных до 1 на объект, не теряя при этом сведения о работе каждого из элементов мониторинга объекта.

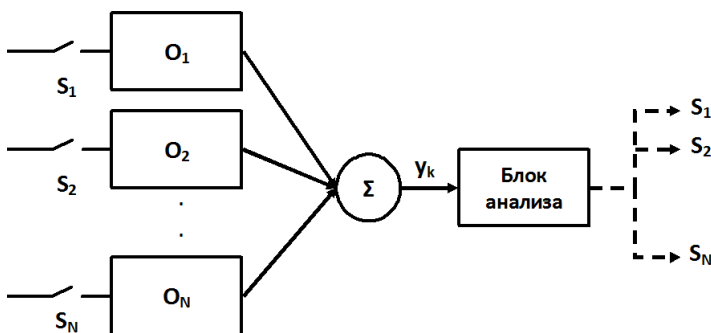


Рис. 3. Модель суммарного энергопотребления объекта

Выводы. В данной работе были рассмотрены основные функции, выполняемые СЭМ, их состав и цели создания. Были рассмотрены структура, состав и перспективы применения СЭМ. Также были разобраны результаты создания упрощенной СЭМ.

Система позволяет снять различные профили и разработать математические модели идентификации состояния потребителя, поиска неисправного оборудования, обнаружения случаев нерационального использования лабораторного оборудования или системы освещения.

Система рекомендуется к использованию во внутренних электрических сетях: на производствах, оснащенных электроприводом и электрическими станками, в жилищно-коммунальной сфере и для анализа энергопотребления систем освещения.

Библиографический список

1. Кычкин А.В., Хорошев Н.И., Елтышев Д.К. Концепция автоматизированной информационной системы поддержки энергетического менеджмента // Энергобезопасность и энергосбережение. – 2013. – № 5. – С. 12–17.
2. Сайт представителей компании Envidatec GmbH в России [Электронный ресурс]. – URL: www.envidatec-ost.ru (дата обращения: 3.03.2015).
3. Кычкин А.В., Елтышев Д.К., Хорошев Н.И. Комплексная оценка эффективности технического обеспечения энергомониторинга // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 5. – С. 716–720.

4. Кычкин А.В. Долгосрочный энергомониторинг на базе программной платформы OpenJEVis // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2014. – № 1 (9). – С. 5–15.

5. Распределенные системы сбора данных RealLab! / В. Денисенко, Р. Кильментов, Е. Метелкин, О. Трубачев, А. Халявко // Электронные компоненты. – 2007. – № 4. – С. 1–6.

6. Janitza – Home [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.janitza.com> (дата обращения: 03.03.2015).

7. OpenJEVis – The Open Data Monitoring and Storage Solution [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.OpenJEVis.org> (дата обращения: 03.03.2015).

8. Кузнецова И.Ю. Математическая модель прогнозирования энергопотребления // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2013. – № 4. – С. 121–125.

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ДЛЯ НАСОСОВ ПН-5 В ЦЕХЕ № 32 КОРПОРАЦИИ ОАО «ВСМПО-АВИСМА»

Студент гр. ИСУП-14-1м А.Р. Рашидов

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *И.А. Шмидт*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Система планово-предупредительного ремонта (ППР) предполагает комплекс организационных и технических мер по техническому обслуживанию и ремонту изношенных деталей, проводимых по составленному плану в целях подтверждения работоспособности электрооборудования на всем протяжении срока его службы.

Один из наилучших способов сделать пути решения планового ремонта более рациональными – использование информационной системы ЕАМ. Цель ее внедрения – автоматизация процесса управления технической эксплуатацией оборудования. Основная функция ЕАМ – поддержание электрооборудования в рабочем состоянии, что достигается за счет своевременной профилактики и возможности выполнить ремонт сразу же, как только в этом обнаружилась необходимость.

Внедрение современных технологий на предприятии помогает не только найти наилучшие способы решения ППР, но и снизить расходы, своевременно планировать ремонтные работы, принимать наиболее оптимальные решения по ППР.

Повышение надежности работы насосного оборудования.
Цель работы – повышение надежности работы насосов ПН-5 в цехе № 32 корпорации ОАО «ВСМПО-АВИСМА».

Данные насосы работают в постоянном режиме, так как на «ВСМПО-АВИСМА» непрерывное производство. Насосы ПН-5 участвуют в процессе хлорирования титана, а именно качают парогазовую смесь по оросительному скрубберу, тем самым сильнее охлаждая ее, и закачивают ее в хлоратор. В случае поломки насоса ПН-5 на экране оператора появляются сведения об ошибке (увеличилась температура ПГС и т.п.), при этом его заменяют резервным (на замену уходит около 1 часа). В это время процесс хлорирования титана не останавливается, так как остановка хлоратора и самого процесса – очень сложный момент, но в итоге немного уменьшаются

показатели качества выходного продукта. Работа насоса влияет на температуру ПГС и на содержание твердых взвесей. ППР насоса ПН-5, как таковой, не производится, только раз в месяц шприцуют подшипники маслом [1–3].

Качество работы систем ППД находится в прямой зависимости от эффективности насосов ПН-5 (рис. 1, 2). Эффективность его можно повысить. Для этого существует много методов: и оптимизация режима работы насосов в сети, и улучшение их конструкции, и использование материалов, отличающихся стойкостью к рабочей среде. Однако поиск методов повышения эффективности насосного оборудования до сих пор остается актуальным. При пониженной эффективности оборудования может наблюдаться повышение температур, уменьшение ресурса работы подшипников и уплотнений из-за вибрации, перегрузки электродвигателя. Поэтому вопрос, который рассматривается в этой работе, – методы повышения эффективности и надежности насосного оборудования – очень актуален. Хочется рассмотреть три способа улучшения работы оборудования.

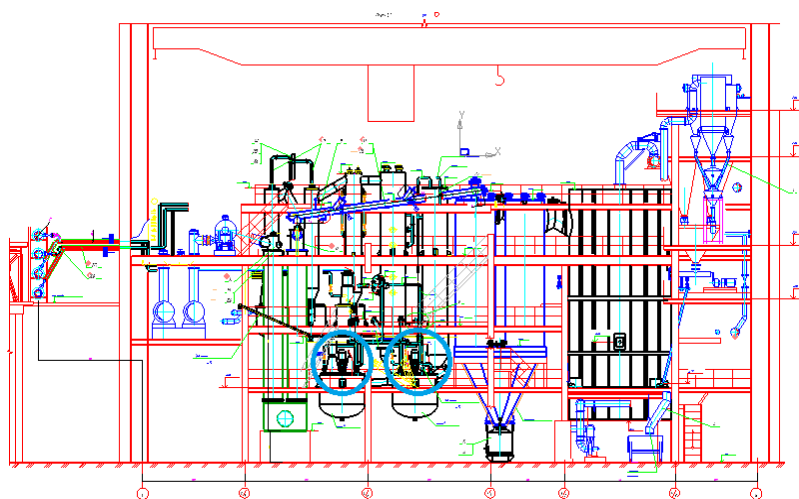


Рис. 1. Схема хлораторной установки с насосами ПН-5

1. Оптимизация рабочих узлов. Стандартная конструкция насоса не подвергалась изменениям и улучшениям десятки лет. Эта конструкция имеет свои слабые стороны, а именно торцовые

уплотнения и гидропята, работа над которыми поможет повысить эффективность оборудования. Минусы этого варианта очевидны: большие затраты на разработку конструкционных решений и их осуществление.

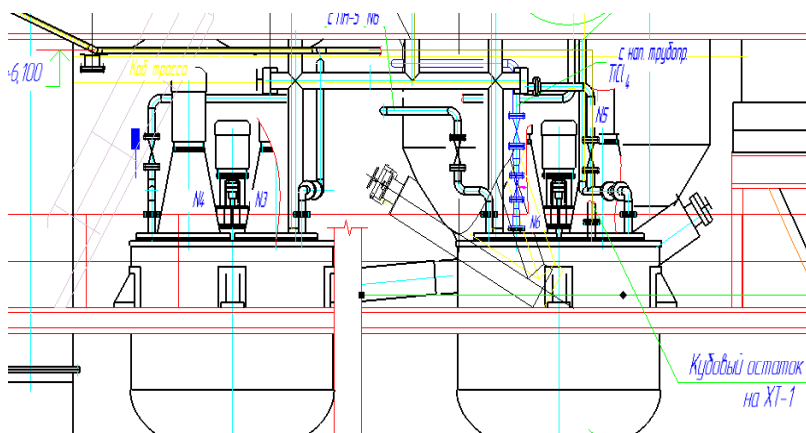


Рис. 2. Укрупненная схема расположения насосов ПН-5 на хлораторной установке

2. Создание структурного резерва. Создание структурного резерва широко применяется для повышения надежности и эффективности насосного оборудования. При отказе в работе основного насосного оборудования происходит включение резервного оборудования. За время его работы работоспособность основного насосного оборудования восстанавливается, а затем он снова вводится в действие.

Данная технология часто применяется, однако она имеет немаловажный недостаток: реализация ее возможна только в том случае, если имеются дополнительно установленные насосные агрегаты.

3. Установка вибродатчика. Установка современной системы вибродатчиков помогает обеспечить расширенные возможности по информированию о состоянии насосного оборудования. Она позволяет надежно защитить оборудование, так как сообщает обо всех потенциальных проблемах.

Система вибродатчиков, в случае возникновения критических уровней, автоматически прекращает работу и сохраняет детальную информацию, которая позже поможет в обнаружении неисправностей и соответствующем техническом обслуживании.

Вибродатчики обеспечивают надежность, безопасность, предупреждение эксплуатационных расходов. Затраты на ремонт и обслуживание снижаются за счет передачи всей информации о работе насосного оборудования (рис. 3).



Рис. 3. Комплексная система мониторинга, контроля и записи на базе MAS 711 для повышения безопасности, доступности и снижения эксплуатационных расходов

Следует выбрать третий способ повышения эффективности насосного оборудования – установку вибродатчика, так как такие системы не дорогостоящие, для них не требуется специального программного обеспечения, они помогают не только получить все данные о насосном оборудовании, но и выявить потенциальные поломки, отключить оборудование до момента возникновения аварийных ситуаций. Относительно двух вышеизложенных методов, то вибродатчики просты в установке, недороги и полностью решают проблему эффективности насосного оборудования. В дальнейшем планируется более глубокое изучение системы вибродатчиков.

Библиографический список

1. Система технического обслуживания и ремонта энергетического оборудования: справочник. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2006. – 504 с.
2. Новая система мониторинга насосного оборудования компании «Flygt» // Водоснабжение и санитарная техника. – 2007. – № 5.
3. Параметры надежности эксплуатации насосных станций и мероприятия по их повышению // Инженерный вестник Дона. – 2010. – № 14.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОДГОТОВКИ УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ ДЛЯ СТАНКОВ С ЧПУ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Студент гр. ИСУП-14-1м Е.С. Обухов

Научный руководитель – д-р техн. наук, доцент *С.В. Бочкарев*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Характерным признаком современного производства является частая сменяемость изделий. При этом требования к производительности значительно возрастают. Противоречия требований мобильности и производительности устраняются путем применения гибких производственных систем. Это обобщенное наименование используется применительно к различным совокупностям технологического оборудования, функционирующим в автоматизированных режимах, и способным в той или иной мере также автоматизированно перенастраиваться на выпуск изделий других типов, т.е. обладающим гибкостью для различных типов производств.

Для автоматизации мелко- и среднесерийного производства особенно эффективны станки с числовым программным управлением (ЧПУ), представляющие из себя быстропрограммируемые технологические системы. Основной особенностью станков с ЧПУ является их технологическая гибкость. Под технологической гибкостью станков понимается возможность осуществления быстрого перехода на изготовление новых деталей [1].

Процесс подготовки УП для станков с ЧПУ является ключевым этапом технологической подготовки производства. Применение САП для подготовки УП позволяет достичь нового уровня автоматизации и обеспечить более гибкое производство, а сочетание САП и САПР является перспективным направлением, без которого в настоящее время невозможно изготовление сложной наукоемкой продукции.

Таким образом, тенденцией современного этапа автоматизации проектирования является создание комплексных систем, включающих конструирование изделий, технологическое проектирование и изготовление изделий в гибких производственных системах.

Для того чтобы сократить время как на производство изделия, так и на переналадку процессов при изменении производственных ситуаций целесообразно применение CAD/CAM-систем. Итак, для достижения поставленных целей промоделируем процесс автоматизированной подготовки УП для станков с ЧПУ в рамках CAD/CAM комплекса.

Анализируя рынок CAD/CAM систем, был выбран соответствующий пакет комплекса T-FLEX. Несмотря на то, что T-FLEX является PLM-решением, отличительной особенностью данного комплекса является CAD/CAM интеграция.

Преимущества T-FLEX комплекса [2]:

- 1) реализация сквозного проектирования;
- 2) при выборе из систем равного функционала этот обладает наиболее оптимальной стоимостью;
- 3) комплекс T-FLEX является отечественным продуктом, что является плюсом при внедрении и использовании на территории РФ.

T-FLEX решение сочетает системы для конструкторского и технологического проектирования, включает модуль подготовки УП и модуль инженерных расчетов (рис. 1).

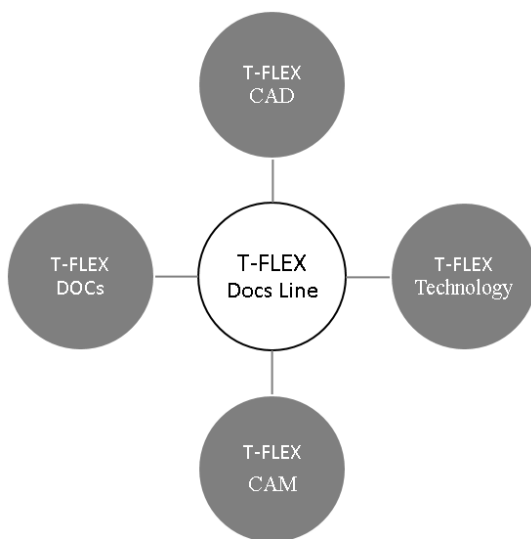


Рис. 1. Комплекс T-FLEX

Все программы комплекса функционируют на единой информационной платформе системы технического документооборота. Особенностью этого комплекса является то, что в T-FLEX docs встроено ядро системы T-FLEX CAD, а система T-FLEX «Технология» построена на ядре системы T-FLEX docs. Самым очевидным преимуществом такого построения системы T-FLEX является полная реализация сквозного проектирования.

Итак, на вход процесса подготовки УП поступает чертеж изделия (рис. 2). Данный чертеж, помещенный в модуль CAD, является опорной точкой для создания УП, а в частности, для генерации траектории движения инструмента станка. Особенность T-FLEX CAM в том, что это полностью интегрированная система T-FLEX CAD, что позволяет конструкторам и технологам работать в рамках одного интерфейса, это влечет за собой такие преимущества, как исключение возможности искажения модели, а также простоту редактирования геометрии данной модели.

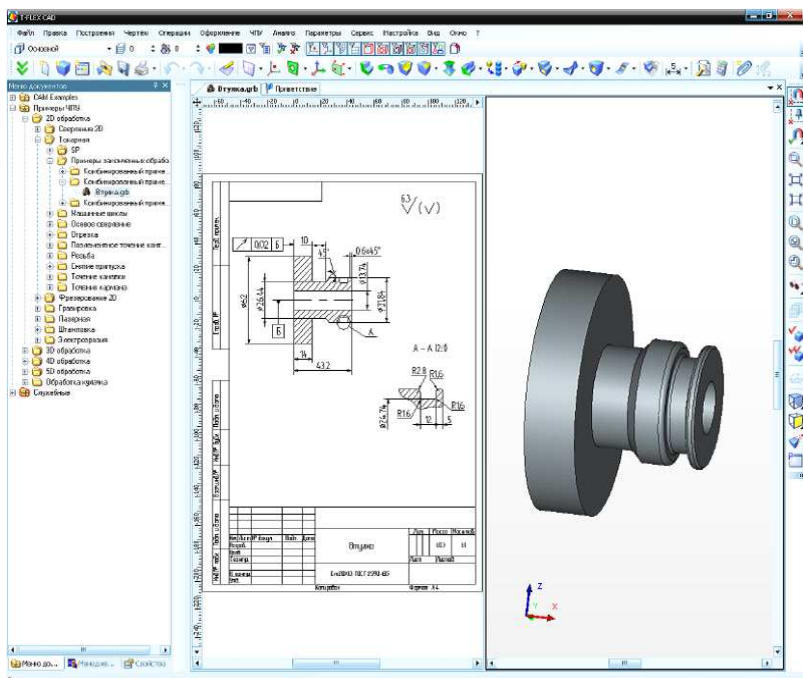


Рис. 2. T-FLEX CAD. Чертеж втулки

Рассмотрим декомпозицию процесса подготовки УП в системе T-FLEX CAM (рис. 3).

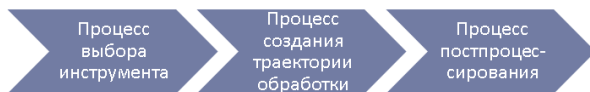


Рис. 3. Декомпозиция процесса подготовки УП

Первый процесс – это выбор инструмента. Выбор инструмента подразумевает определение таких параметров, как тип инструмента, длина, ширина и т.п.

Второй процесс – это создание траектории инструмента для соответствующего типа обработки. Опираясь на 2D-чертеж изделия, представленного в рамках модуля T-FLEX CAD, создается траектория обработки при помощи функционала CAM (рис. 4).

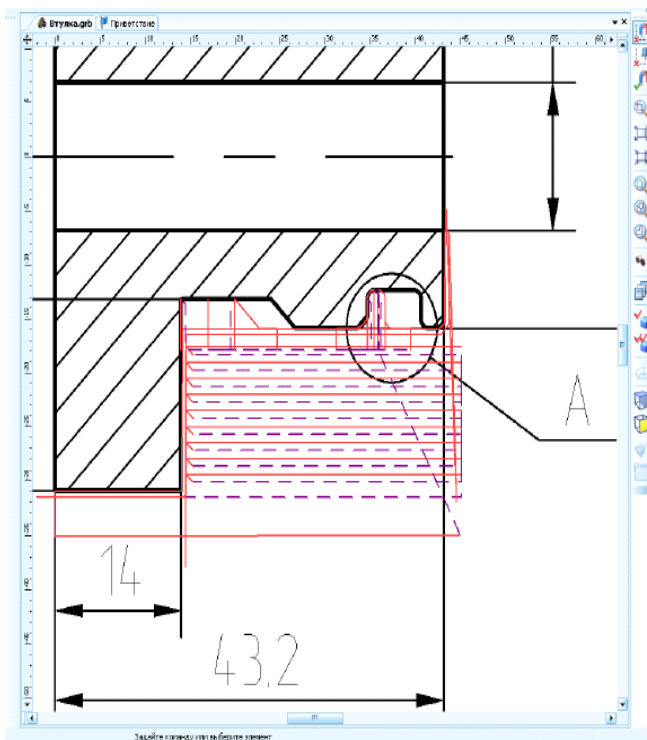


Рис. 4. Результирующая траектория обработки

Последний процесс – это выбор постпроцессора. На этом этапе необходимо выбрать постпроцессор, который подходит для используемого оборудования. T-FLEX CAM обеспечивает большую встроенную библиотеку постпроцессоров для всех типов станков. Также существует генератор постпроцессоров для создания и редактирования таблиц (рис. 5).

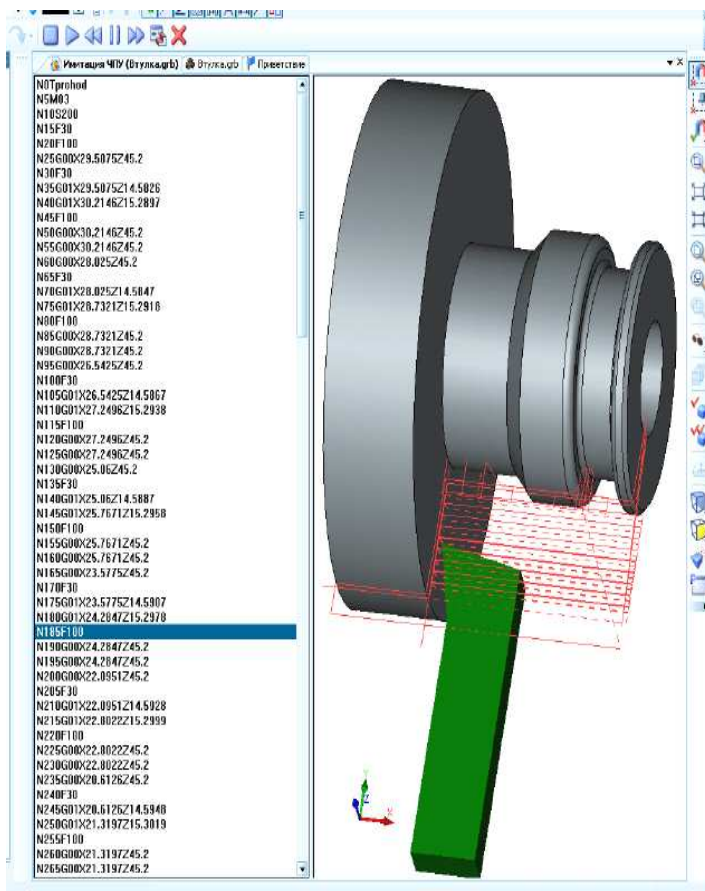


Рис. 5. Имитатор обработки

Для того чтобы сэкономить ресурсы и время на наладку УП на станке ЧПУ, существует имитатор обработки. Эта программа обеспечивает реалистическую проверку для того, чтобы убедиться

в корректности кода перед наладкой на станке с ЧПУ. Таким образом, можно обнаружить коллизии и ошибки, перед тем как код загрузят на станок, и также оптимизировать УП для более эффективной работы.

Как результат автоматизации:

- сокращение время на подготовку УП при помощи представленного CAD/CAM-решения от T-FLEX;
- экономия ресурсов на этапе наладки УП за счет применения имитатора обработки T-FLEX;
- улучшение эффективности процесса проектирования, разработки и производства продукта за счет реализации сквозного проектирования.

Библиографический список

1. Бочкарев С.В., Схиртладзе А.Г., Лыков А.Н., Борискин В.П. Автоматизация технологических процессов. – Старый Оскол: ТНТ, 2014. – 524 с.
2. T-FLEX Топ системы [Электронный ресурс]. – 2015. – URL: <http://www.tfex.ru>

ОБЗОР МАТЕМАТИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ СЕТЕВОГО АНАЛИЗА, ПЛАНИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ

Студенты гр. АСУЗ-14-1м Д.И. Ахметзянов, И.Т. Михайлова

Научный руководитель – д-р экон. наук,
профессор Р.А. Файзрахманов

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Современные реалии таковы, что хозяйственные субъекты с производственным профилем, в частности машиностроение, сейчас активно развиваются. Это обеспечено тем, что предприятия выбирают стратегию корпоративного сотрудничества (производственная кооперация), а государство предоставляет помощь в данном направлении, отсюда следует модернизация, автоматизация производственного процесса, перевооружение станочного парка и т.д. Чтобы грамотно управлять производственным процессом, необходимо календарное планирование.

Календарное планирование (КП) – это разработка и доведение до структурных подразделений и рабочих мест оперативных плановых заданий по выпуску продукции и обеспечению их необходимыми для этого ресурсами.

Цель КП – выполнение производственной программы по критериям количества, качества, сроков и затрат.

Для выявления необходимой информации для построения КП были проанализированы бизнес-процессы производственного предприятия (рис. 1).

В зависимости от типа производства используют разные методологии построения календарных планов. Методы сетевого анализа, планирования и управления (МСАПиУ) предоставляют возможность ЛПР (лицу, принимающему решение) планировать, осуществлять и контролировать комплексную последовательность работ, относящихся к задаче.

Одним из самых старейших методов сетевого анализа является метод критического пути (МКП). Для МКП используются следующие параметры:

- номер работы (N);

- раннее время $t_p(j)$;
- позднее время $t_n(i)$;
- резерв времени $R(i)$;
- продолжительность работы.

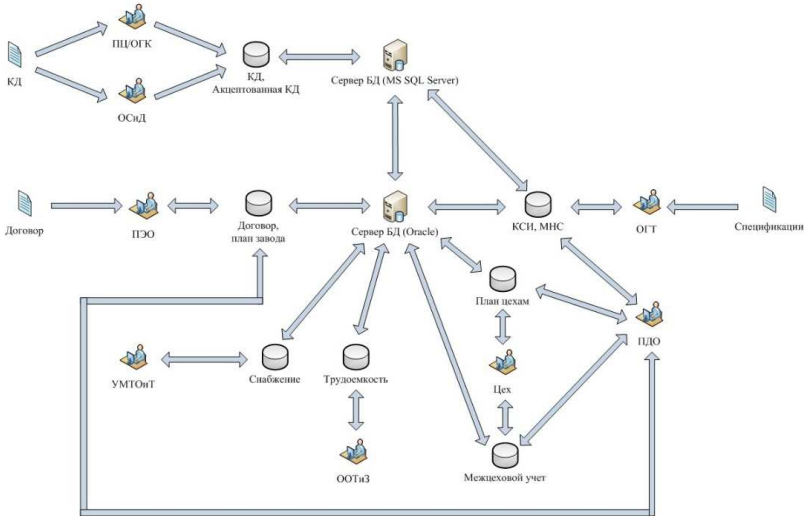


Рис. 1. Анализ бизнес-процессов

На сетевом графике (рис. 2) работа представлена в виде круга. N записывается в верхней части круга, $t_p(j)$ – в левой части, $t_n(i)$ – в правой, а $R(i)$ – в нижней; продолжительность работы пишется над стрелками.

Метод критического пути позволяет рассчитать при проходе вперед по сети проекта ранние возможные сроки выполнения работ проекта, а при проходе назад – поздние [2]. Благодаря рассчитанным ранним и поздним временам начала и окончания можно определить временной резерв операции, который является разностью между поздними и ранними сроками выполнения работ. Положительной разницей между ранними и поздними сроками является полный резерв времени. Когда он нулевой либо отрицательный, путь является критическим. В сети может одновременно существовать несколько путей, близких к критическому.

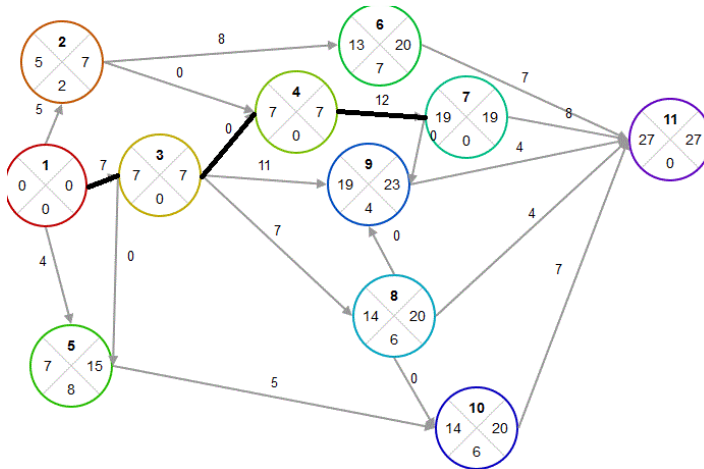


Рис. 2. Метод критического пути

Основным достоинством метода критического пути является возможность манипулирования сроками выполнения задач, не лежащих на критическом пути. К минусам использования МКП можно отнести следующее: оптимизировать можно только достаточно простые проекты; возможно использовать, когда заданы нежесткие временные рамки; метод не учитывает ограничения на ресурсы; не учитывает неопределенность выполнения работы; не учитывает возможные риски выполнения проекта и качества выполнения работ [3].

Существует усовершенствованная концепция МКП – это метод критической цепи (МКЦ). МКЦ – критический путь с ресурсными ограничениями. Критическая цепь – это метод анализа сети, изменяющий расписание всего проекта, учитывая ограниченность ресурсов.

К особенностям рассматриваемого метода можно отнести то, что он направлен на максимально быстрое выполнение задачи, он дает возможность управлять расписанием проекта при ограниченных ресурсах. Также данный метод учитывает неопределенность продолжительности работ. МКЦ рекомендуется применять в тех случаях, когда заранее известен крайний срок сдачи [4].

В данном методе используются буферы длительности для того, чтобы можно было управлять неопределенностью завершения проекта. Один из буферов (буфер безопасности) располагается в конце критической цепи (рис. 3). Он защищает дату завершения от задержек. Дополнительные буферы (питающие) располагаются в точках,

в которых в критическую цепь входят цепи взаимосвязанных операций, находящихся не в критической цепи. Питающие буферы переназначены для защиты от отставания по входящим цепям [4].

Таким образом, существует проблема оценки питающих и проектных буферов.

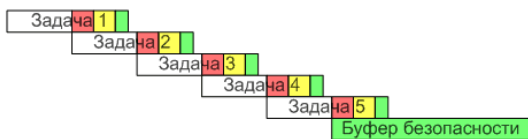


Рис. 3. Сетевое планирование при использовании МКЦ

Далее рассмотрим один из наиболее популярных методов сетевого анализа, планирования и управления – ленточные графики Ганта. Они весьма просты с точки зрения построения и контроля. Применяется этот метод для проектов, включающих в себя не более 50–70 работ [5].

В основу данного метода легло определение максимально длинной последовательности задач от начала изготовления до сдачи заказчику. Задачи, которые располагаются на критическом пути, имеют нулевой резерв времени выполнения, поэтому если изменить их продолжительности, то изменится срок всего проекта. Таким образом, такие задачи нуждаются в тщательном контроле. В процессе выполнения проекта критический путь может изменяться, так как при изменении продолжительности задач некоторые из них могут оказаться на критическом пути.

Существенный минус данного метода в том, что нет возможности учесть срывы сроков выполнения отдельных работ. Это приводит к тому, что приходится с самого начала перерабатывать весь график.

Пример диаграммы Ганта представлен на рис. 4.

Следующий метод, который рассмотрим в данной работе, – это метод PERT (Program (Project) Evaluation and Review Technique) [6, 7]. Часто заранее неизвестно время, необходимое для выполнения каких-либо работ, но метод PERT принимает во внимание данную неопределенность продолжительности работ. Благодаря PERT можно рассчитать вероятность окончания какого-либо этапа проекта в запланированный срок. Он позволяет определить ожидаемую продолжительность всех этапов проекта. Еще одним достоинством применения рассматриваемого метода является то, что можно выявить работы, которые могут вызвать задержку сроков завершения проекта.

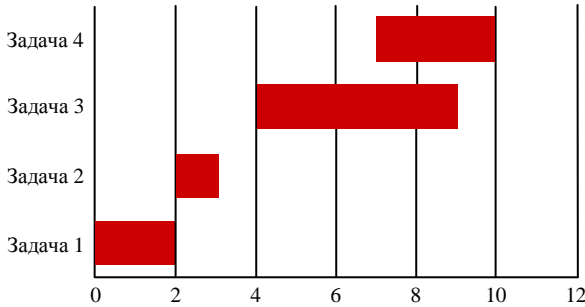


Рис. 4. Ленточные графики Ганта

Допустим, что у проекта длительность семь месяцев, пять промежуточных точек (10, 20, 30, 40, 50) и шесть различных задач (A, B, C, D, E, F). Тогда сетевая диаграмма PERT для такого проекта будет выглядеть следующим образом (рис. 5).

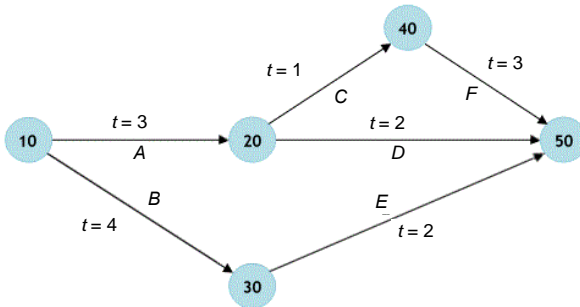


Рис. 5. Сетевая диаграмма PERT

К особенностям PERT можно отнести то, что его можно применять при большом количестве работ (более 300).

Существуют и минусы использования PERT. Фактический критический путь может оказаться отличным от пути, полученного при помощи метода. Еще одним недостатком является то, что метод не учитывает ограничения на ресурсы. Метод занижает оценку о продолжительности проекта. Степень серьезности ошибки зависит от количества параллельных друг другу работ.

Следующий метод – метод Монте-Карло. Он зависит от значения некой случайной величины, которая распределена по какому-то

заданному закону. Таким образом, результат также является случайным. Необходимо провести несколько испытаний (сделать выборку). Затем полученные значения обрабатываются и показываются в виде оценки. Метод хоть и является простым, но имеет погрешность вычислений. К особенности метода Монте-Карло можно отнести то, что его применение невозможно без использования компьютера, поэтому его применяют в проектах, в которых устроит результат с небольшой точностью. Пример использования метода Монте-Карло представлен на рис. 6.

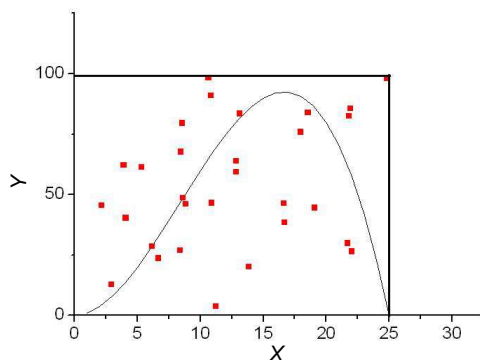


Рис. 6. Метод Монте-Карло

Рассмотрим следующий метод – GERT (Graphical Evaluation and Review Technique), метод графической оценки и анализа. Применяется тогда, когда последующее производство может начаться после окончания только некоторых предшествующих задач или производств. Особенностью метода является то, что не все задачи должны быть выполнены для завершения проекта.

В основе метода лежит применения так называемых GERT-сетей. Они позволяют более верно задавать сложные процессы производства, когда трудно или невозможно определить список работ и последовательность их выполнения для достижения цели, т.е. существует многовариантность проекта. Но расчет GERT-сетей чрезвычайно сложен. Пример сетевого графика GERT при старте, маневрировании двух транспортных средств представлен на рис. 7. Полукруг на входе узла – это логическое «И», треугольник на входе узла – «включающее ИЛИ», полукруг на выходе узла – детерминированный выход, треугольник на выходе узла – вероятностный выход (см. рис. 7).

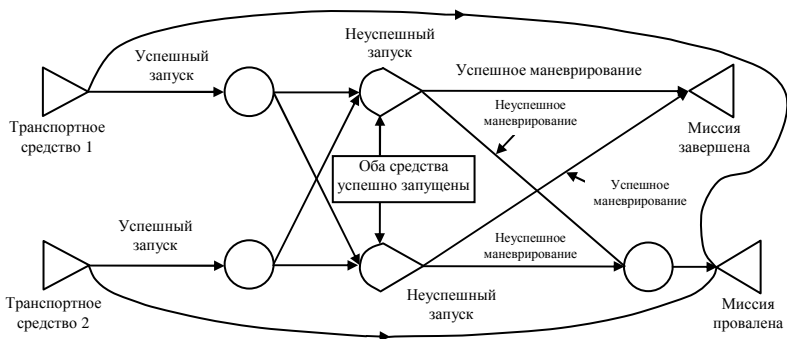


Рис. 7. Сетевой график, построенный с помощью языка моделирования GERT

Общая характеристика вышеупомянутых методов сетевого планирования и управления представлена в таблицу.

Общая характеристика методов САПиУ

Наименование метода САПиУ	Характеристика метода САПиУ	
	Достоинства	Недостатки
Ленточные диаграммы Ганта	– простота с точки зрения построения и контроля	– срыв сроков выполнения отдельных работ приводит к тому, что приходится с самого начала перерабатывать весь график
Метод критического пути (МКП)	– дает возможность делать расписание гибким; – манипуляция сроками выполнения задач, не лежащих на критическом пути	– можно использовать, когда заданы жесткие временные рамки; – не учитывает неопределенность выполнения работы; – не учитывает возможные риски выполнения проекта; – не учитывает качества выполнения работ
Метод критической цепи (МКЦ)	– направлен на максимально быстрое выполнение задачи; – дает возможность управлять расписанием проекта при ограниченных ресурсах; – учитывает неопределенность продолжительности работ	– проблема оценки питающих буферов и проектных буферов
Метод Монте-Карло	– простота; – применяют в проектах, в которых устроит результат с небольшой точностью	– результат зависит от значения некой случайной величины; – имеет погрешность вычислений

Наименование метода САПиУ	Характеристика метода САПиУ	
	Достоинства	Недостатки
PERT	<ul style="list-style-type: none"> – принимает во внимание неопределенность – продолжительности работ; – позволяет определить ожидаемую продолжительность всех этапов проекта; – можно выявить работы, которые могут вызвать задержку сроков завершения проекта 	<ul style="list-style-type: none"> – занижает оценку о продолжительности проекта; – не учитывает ограничения на ресурсы
GERT	<ul style="list-style-type: none"> – существует – многовариантность проекта 	<ul style="list-style-type: none"> – расчет GERT-сетей чрезвычайно сложен

Проанализировав таблицу, можно сделать выводы о том, что каждый метод сетевого планирования и управления имеет свои достоинства и недостатки. Но метод критического пути является наиболее приемлемым методом для решения задачи календарного планирования производства.

Библиографический список

1. Макаренко М.В., Махалина О.М. Производственный менеджмент: учеб. пособие для вузов. – М.: Приор, 2013. – 384 с.
2. Бухалков М.И., Внутрифирменное планирование: учебник. – М.: Инфра-М., 2013. – 392 с.
3. Жданов С.А. Экономические модели и методы в управлении. – М.: Дело и сервис, 2012. – 176 с.
4. Ребрин Ю.И. Основы экономики и управления производством. Сетевое планирование и управление [Электронный ресурс] // Библиотека «Полка букиниста». – URL: http://polbu.ru/rebrin_management/ch24_all.html (дата обращения: 30.03.15).
5. Бороздин, Сетевое планирование и управление строительством. – М.: Высшая школа, 2011. –137 с.
6. Организационное управление: учеб. пособие для вузов / Н.И. Архипова, В.В. Кульба, С.А. Косяченко [и др.]; под ред. Н.И. Архиповой. – М.: ПРИОР, 2010. – 448 с.
7. Библиотека центра креативных технологий. Сетевое планирование [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.inventech.ru/lib/glossary/netplan/> (дата обращения: 01.04.15).

СОЗДАНИЕ ФРЕЙМВОРКА НА ЯЗЫКЕ C# ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЕРХНЕГО УРОВНЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Студент гр. АТ6-14-1м Н.А. Софин

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *М.В. Кавалеров*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Программное обеспечение (ПО) верхнего уровня системы управления выполняет ряд важных типовых функций, в числе которых можно выделить: взаимодействие с контроллерами нижнего уровня, реализацию пользовательского интерфейса, ведение журналов и отчетов, сохранение и восстановление сделанных ранее настроек. Место ПО верхнего уровня в структуре системы управления изображено на рис. 1.

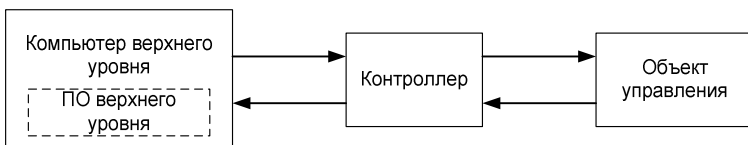


Рис. 1. ПО верхнего уровня в составе системы управления

Большинство систем управления представляют собой взаимодействие нижнего (контроллеры) и верхнего уровня (компьютер верхнего уровня). Заказчики предъявляют высокие требования к надежности и скорости разработки. Данные требования можно удовлетворить путем использования объектно ориентированного подхода [1], на котором и основан наш фреймворк.

Любой разработчик в конкретной области от заказа к заказу часто приходит к выводу, что процесс разработки местами повторяется, так как приходится решать практически одни и те же задачи, которые не сильно отличаются друг от друга. Фреймворк для разработки ПО верхнего уровня систем управления представляет собой набор библиотек и ЭУ (элементов управления [2]), цель создания которых заключается в ускорении процесса разработки, повышении качества продукта, расширении функциональности программы с наименьшими усилиями.

В сфере разработки ПО верхнего уровня были выделены часто встречающиеся задачи. Их автоматизация должна привести к удовлетворению вышепоставленных требований. Например, для ряда типовых проектов можно выделить типовые задачи:

1. Автоматическое регулирование объектов различными алгоритмами управления.
2. Контроль состояния переменных контроллера Arduino и его управление.
3. Система команд для контроллера.
4. Логирование системы и запись принятых измерений.
5. Проверка корректности введенных данных.
6. Просмотр результатов ранее проведенных экспериментов.
7. Панель управления в виде главного меню.
8. Регулирование параметра в каком-либо определенном диапазоне.
9. Принятие данных из COM-порта.
10. Графическая визуализация параметров в режиме реального времени и работа с графиками.

В итоге получилось 10 задач, и это лишь задачи, выбранные в качестве примера на основе недавнего опыта разработки систем управления. Рассмотрим наиболее интересные задачи, решение которых может быть получено с помощью предлагаемого фреймворка.

Задача № 1. Автоматическое регулирование объектов различными алгоритмами управления. Данная задача была решена путем разработки нового элемента управления, внешний вид которого показан на рис. 2.

	Объект 1	Объект 2	Объект 3	Объект 4
Пропорциональный	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Интегральный	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Дифференциальный	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Число усредняемых значений	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Рис. 2. Внешний вид ЭУ «Регулятор объектов»

Данный ЭУ был разработан с целью загрузки коэффициентов регуляторов в контроллер. ЭУ обладает возможностью настраивать до четырех объектов одновременно, давать им названия, также этот ЭУ осуществляет валидацию введенных данных и помнит все введенные

параметры с предыдущего сеанса работы программы. Тип регулятора для каждого объекта настраивается в программе (на рис. 2 для примера показаны настройки ПИД-регулятора). Преимущество заключается в том, что коэффициенты регуляторов теперь не загромождают основную форму программы и находятся в специально отведенном для них месте. Название сборки – «Регулятор объектов.dll».

Задача № 2. Контроль состояния переменных контроллера Arduino и его управление. Отладка программного обеспечения для нижнего уровня отличается от отладки для верхнего уровня. На верхнем уровне всегда можно посмотреть, в каком значении находится та или иная переменная (для этого существуют точки останова программы и прочие подобные инструменты). Чтобы узнать, в каком значении находится та или иная переменная в контроллере Arduino, нужно вывести ее в СОМ-порт (причем вывод будет идти в цикле, либо по команде). Это особенно неудобно, если среда разработки для контроллера еще не обладает всеми желаемыми характеристиками. Одним из недостатков среды разработки для Arduino [3] является отсутствие запоминания отправленных команд в СОМ-порт, и если их в проекте очень много, то разработка становится затруднительной. На рис. 3 предложено решение данной проблемы путем использования специального ЭУ под названием «Монитор Arduino». Команды из контекстного меню разделены по смыслу на два класса «Узнать» и «Сделать».

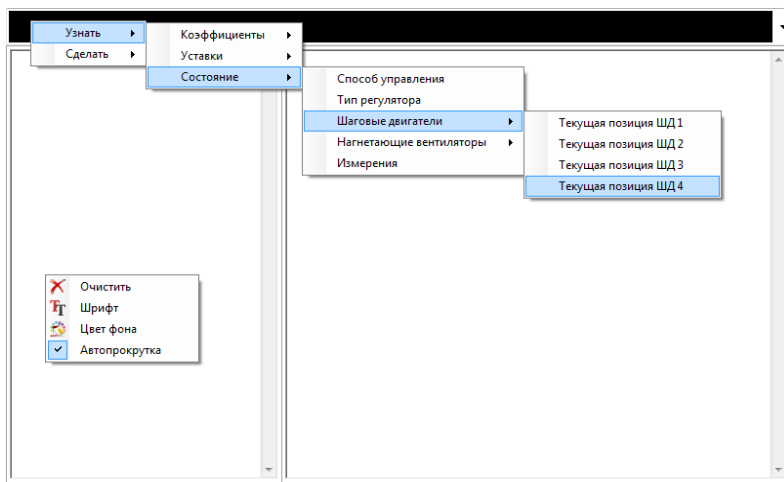


Рис. 3. Внешний вид ЭУ «Монитор Arduino»

Данный ЭУ содержит два окна. Левое окно отображает результат команд по запросу, а правое – информацию от контроллера, которая принимается периодически. Также вверху есть пространство для ввода и отправки данных в COM-порт вручную. Что касается внешнего вида, то ЭУ доступны функции смены шрифта, цвета фона, цвета текста и управление автопрокруткой (на случай, если места в окне не хватит). Эти параметры не нужно устанавливать каждый раз заново при запуске программы, так как они умеют хранить свое предыдущее состояние. Преимуществом данного ЭУ является то, что он содержит перечень всех команд, относящихся к текущему проекту. Перечень команд определяется довольно просто, путем указания названия проекта в один из параметров настройки данного ЭУ. О самом же перечне команд речь пойдет в следующей задаче.

Задача № 3. Система команд для контроллера. Между программой в контроллере и программой на компьютере есть зависимость в виде системы команд. Контроллер содержит в себе систему команд, а программа, используя эту систему команд, управляет контроллером. Если поменять команду в контроллере и при этом забыть поменять команду на компьютере, то такая программа перестанет правильно функционировать. А если эта команда в программе компьютера встречается во многих местах? Придется делать очень много исправлений, повышается вероятность ошибок в программе. Предлагаемое решение – использовать сборку «Лингвистическое обеспечение Arduino.dll». Все команды для контроллера (и для всех проектов на Arduino) содержатся только там и больше нигде. Таким образом, от однозначной зависимости мы все равно не избавимся, но существенно сузим поиск возможных ошибок.

Задача № 6. Просмотр результатов ранее проведенных экспериментов. Многие параметры, принимаемые от контроллера в строковом виде, лучше воспринимаются, когда оператор может видеть их динамику, характер их изменения. Вдобавок необходимо сравнивать состояния системы в разные моменты времени, иначе говоря, посмотреть график изменения тех или иных параметров ранее сохраненных данных. Данную проблему решает элемент управления «Визуализатор загруженных измерений.dll», чей внешний вид показан на рис. 4.

Данный элемент обладает такими полезными функциями, как изменение масштаба, печать, сохранение как картинки. Но главное

его достоинство заключается в том, что он умеет строить график любой сложности. Сложность зависит от структуры текстового файла, из которых считывается измерение. Например, если ЭУ поймет, что считываемый файл сложный, т.е. его структура выглядит примерно так: 195.6,0,229,0,244, где через запятую перечислены параметры, принятые от контроллера, то пользователю будет предложен диалог по настройке этой структуры, как показано на рис. 5.

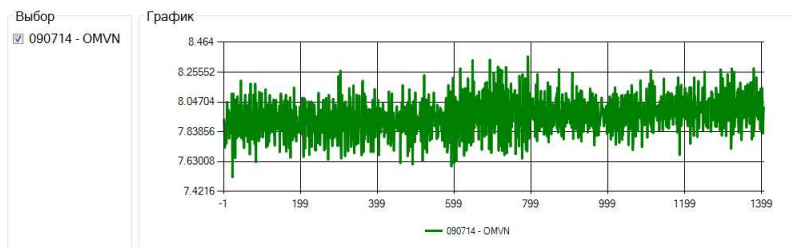


Рис. 4. Внешний вид ЭУ «Визуализатор загруженных измерений»

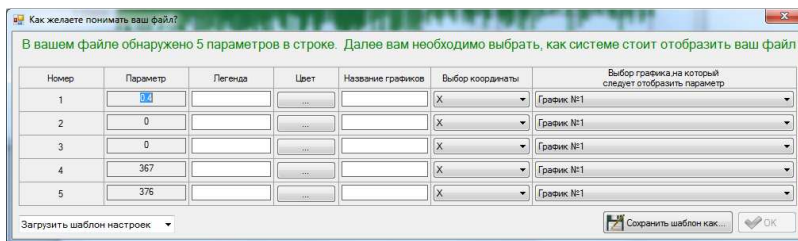


Рис. 5. Диалог настройки файла сложной структуры для его визуализации

Для проектов, которые будут разрабатываться на данном фреймворке, была создана эффективная структура, которая изображена на рис. 6, благодаря ей сам этап разработки и такой немаловажный этап, как сопровождение, становятся значительно легче.

Перспективы. Поскольку начальная версия фреймворка создана совсем недавно и он продолжает развиваться (по мере того как начинают создаваться новые проекты), то необходимо каким-то образом обновлять библиотеки фреймворка на уже сделанных проектах. Для этого предполагается создание модуля для автоматического обновления приложения при его запуске. Новые версии библиотек предполагается хранить в облачном хранилище.

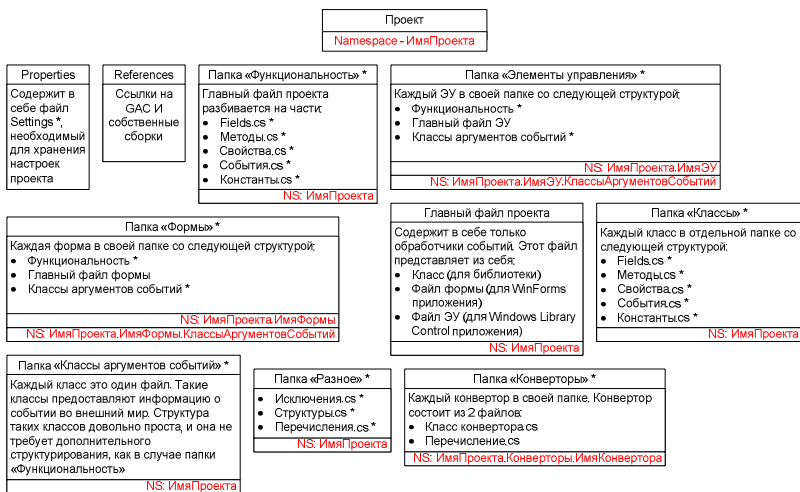


Рис. 6. Предложенный вариант структуры проекта, основанного на фреймворке, для разработки ПО верхнего уровня

Закключение. Создана начальная версия фреймворка на языке С# для разработки ПО верхнего уровня систем управления. На данный момент автоматизирован ряд рутинных задач, что уже сейчас позволяет экономить время разработчика. Также стоит отметить, что названия всех методов и свойств написаны на русском языке и описаны с помощью встроенной XML-документации. Планируется дальнейшая работа по развитию данного фреймворка.

Библиографический список

1. Васильев А. С#. Объектно-ориентированное программирование. – СПб., 2012. – 315 с.
2. Агуров П.В. С#. Разработка компонентов в MS Visual Studio 2005/2008. – СПб.: БХВ Петербург. – 468 с.
3. Среда разработки Arduino [Электронный ресурс] // Аппаратная платформа Arduino. – URL: http://arduino.ru/Arduino_environment (дата обращения: 16.05.2015).

МОДЕРНИЗАЦИЯ АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕВЕРНУТЫМ МАЯТНИКОМ НА ТЕЛЕЖКЕ

Студент гр. АТ6-14-1м Н.А. Софин
Научный руководитель – д-р техн. наук,
профессор Ю.Н. Хижняков
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Для выполнения лабораторных работ по дисциплинам, связанным с автоматическим управлением и программированием систем управления, ранее был разработан стенд «Система управления перевернутым маятником на тележке», внешний вид которого изображен на рис. 1. Информацию об этой версии стенда можно посмотреть в Интернете по адресу: http://at.pstu.ru/view/Проекты:Перевернутый_маятник_версия_1. Также на странице по этой ссылке расположено видео, которое демонстрирует работу этой версии стенда.



Рис. 1. Внешний вид лабораторного стенда

Этот стенд представляет собой одноприводную тележку с двигателем постоянного тока, максимальное допустимое напряжение которого составляет 24 В. На рис. 1 представлена одна из двух взаимозаменяемых тележек, на каждой из которых закреплена балансирующая часть. Основная задача модернизации состояла

в том, чтобы перейти на новый контроллер Arduino [1, 2] с интерфейсом RS232 (старым являлся интерфейс LPT-порта). В будущем это позволит установить беспроводную связь через Wi-Fi либо Bluetooth. Также на тележку установлена макетная плата, на которой собрана вся электроника данного стенда. Новый внешний вид лабораторного стенда показан на рис. 2.

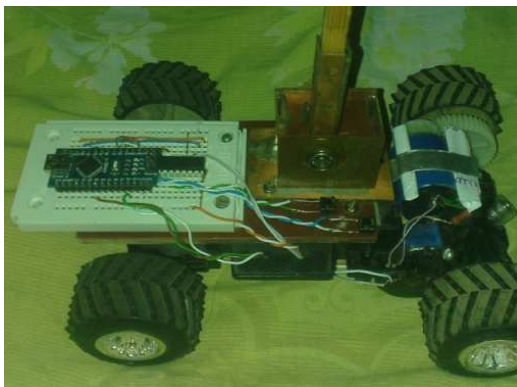


Рис. 2. Внешний вид стенда в процессе модернизации

Электрическая схема лабораторного стенда представлена на рис. 3.

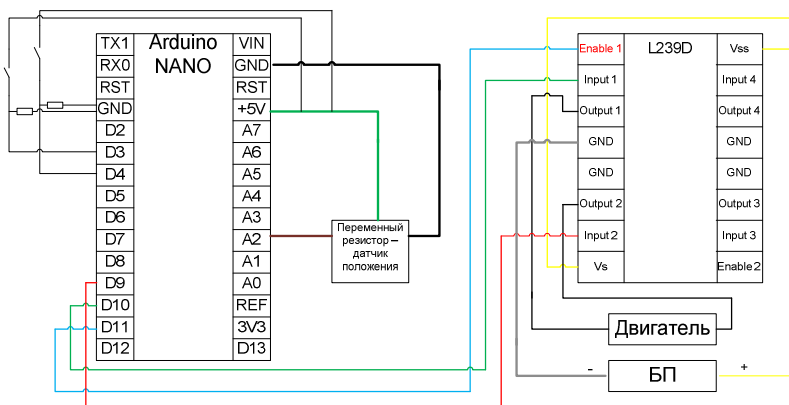


Рис. 3. Электрическая схема лабораторного стенда

Схема имеет два источника питания. Контроллер Arduino получает напряжение от компьютера через USB, в то время как микросхема L239D, которая является драйвером двигателя постоянного

тока и имеет отдельное питание на логику и на силовую часть, питается от внешнего блока питания. Драйвер необходим для того, чтобы менять направление вращения двигателя без физического вмешательства в схему (до этого приходилось менять полярность местами). Кнопки, подключенные к дискретным выходам, необходимы для автономного (без участия компьютера) управления. Первая кнопка нужна для выполнения установки положения равновесия (его необходимо калибровать вручную, так как оно зависит от того, на какой поверхности стоит машинка), а вторая для начала и окончания эксперимента. Сейчас в контроллер записана программа, структура которой для лабораторных стендов является вполне стандартной. В ее состав входят:

- система команд;
- блок управления направлением вращения и значением ШИМ-сигнала, подаваемого на двигатель;
- автоматический регулятор (например, может использоваться ПИД-регулятор).

На данном этапе модернизации главная задача – это обновление программно-аппаратной основы, а не модернизация алгоритмов управления, поэтому сейчас в качестве примера регулятора используется простейший П-регулятор.

Основной задачей стенда является поддержание равновесия перевернутого маятника, у которого центр тяжести можно регулировать за счет перемещения груза.

В качестве датчика положения используется переменный резистор. Позиционирование осуществляется следующим образом. Когда маятник отклоняется от положения равновесия влево или вправо, машинка начинает ехать влево или вправо соответственно, причем старт должен быть очень резким. Это для того, чтобы выровнять маятник в положение равновесия. Также стоит отметить, что старт осуществляется достаточно быстро. Подобного поведения удалось добиться даже с помощью просто П-регулятора, программная реализация которого представлена ниже.

```
void Motor(int Speed, int reverse)
{
    Int_Rate = Speed;
    Int_WayRotation = reverse;
    analogWrite(Enable, Speed);
}
```

```

    digitalWrite(Input_1, ! reverse);
    digitalWrite(Input_2, reverse);
}
int Constraint(double Calculated_PMW)
{
    if (Calculated_PMW > 255)
        return 255;
    if (Calculated_PMW < 0)
        return 0;
    return Calculated_PMW;
}
void P_Regulator()
{
    int CurrentPosition = analogRead(Pin_Sensor);
    int Balance_Level = atoi(Desired_Balance);
    if (CurrentPosition > Balance_Level)
    {
        P_x_Error = (CurrentPosition - Balance_Level)*atof(Kp);
        Motor(Constraint(P_x_Error), 0);
    }
    else
    {
        P_x_Error = (Balance_Level - CurrentPosition)*atof(Kp);
        Motor(Constraint(P_x_Error), 1);
    }
}
}

```

Программа была разработана в среде разработки для контроллеров Arduino [3]. Работает она следующим образом. CurrentPosition – это текущая позиция. Значение текущей позиции считывается с датчика. Desired_Balance – положение равновесия; либо задается в ручном режиме нажатием кнопки, либо загружается через компьютер, но в обоих случаях необходимо вручную выставить маятник так, чтобы он стоял вертикально и не падал. Далее, если текущее положение больше, чем положение равновесия, то по формуле П-регулятора рассчитывается значение ШИМ-сигнала и машинка начнет двигаться влево; в случае, если текущая позиция меньше, чем положение равнове-

сия, машинка по рассчитанному значению ШИМ-сигнала будет двигаться вправо. Резкий старт осуществляется за счет большого пропорционального коэффициента, равного 128. Значение ШИМ-сигнала при расчете может выйти за пределы допустимого, поэтому рассчитанное значение поступает в качестве входного аргумента в специальную функцию Constraint, которая возвращает 255, если ШИМ-сигнал больше, чем 255, и возвращает 0, если ШИМ-сигнал отрицательный. За направление движения машинки отвечает функция Motor. Ее первый аргумент – это значение ШИМ-сигнала, а второй аргумент – направление движения: если 0, то машинка поедет влево, а если 1, то вправо.

Ранее упоминалось, что машинка может работать как в автономном режиме (без участия компьютера), так и от программы верхнего уровня. Эта программа сформирована с использованием специально разработанного фреймворка на языке C# [3], подробное описание которого представлено в отдельной статье для данной конференции. Внешний вид программы верхнего уровня представлен на рис. 4.

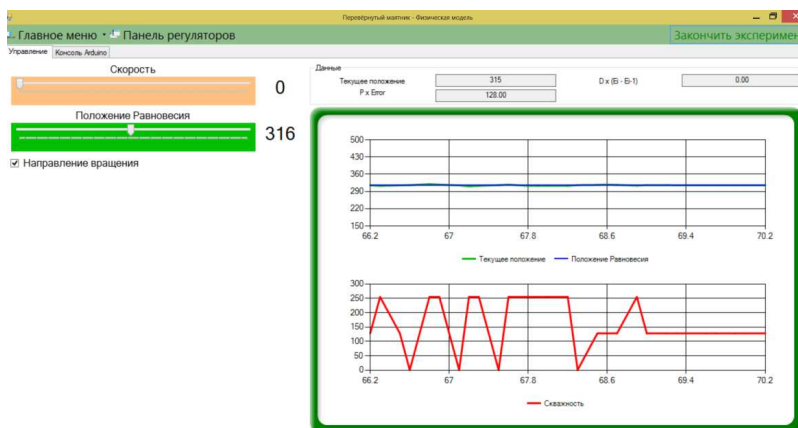


Рис. 4. Внешний вид программы верхнего уровня

Функциональность разработанной программы заключается в следующем:

- наблюдение за ходом эксперимента через графики изменения текущего положения и скважности ШИМ-сигнала;
- калибровка положения равновесия;

- ручное управления в режиме работы без регулятора;
- загрузка коэффициентов регулятора в контролер.

Заключение. На данный момент сделана начальная версия модернизированного стенда «Система управления перевернутым маятником на тележке». Среди направлений дальнейшей модернизации можно выделить:

– разработку и тестирование более сложных алгоритмов управления, таких как ПД-регулятор, нечеткое управление и алгоритмы самообучения, например на основе Q-Learning;

– установку аккумуляторных батарей и модуля беспроводной связи. Это необходимо сделать, так как наличие проводов мешает машинке свободно двигаться.

Библиографический список

1. Знакомство с Arduino [Электронный ресурс]. – URL: <http://arduino.shopium.ua/pages/arduino-getting-started> (дата обращения: 16.04.2015).

2. Среда разработки Arduino [Электронный ресурс] // Аппаратная платформа Arduino. – URL: http://arduino.ru/Arduino_environment (дата обращения: 15.04.2015).

3. Ватсон Б. С# 4.0. На примерах. – СПб., 2011. – 590 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ ЗДАНИЯ. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ ЭТАПОВ ВНЕДРЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОВЫМ ПУНКТОМ

Студенты гр. ИСУП-13-2м Д.В. Шиляев,
гр. ИСУП-13-1м А.Б. Билалов

Научные руководители: канд. техн. наук, доцент
А.Б. Петроченков, старший преподаватель *О.А. Билоуэ*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Всё большее число зданий снабжают системами автоматизации для формирования требуемых потребительских характеристик в процессе эксплуатации [1].

Создание систем автоматизированного управления инженерным оборудованием зданий и сооружений является новейшим направлением в области промышленной автоматизации, которое называют Smart House («умный дом») и определяют как комплексный набор технических средств и программного обеспечения для построения интегрированной системы автоматизации инженерных подсистем. К таким подсистемам относятся отопление, водоснабжение, кондиционирование, освещение, подсистемы доступа, охраны и безопасности, аудиовидеотехники (мультирум) и ряд других [2]. В нашей статье будет рассмотрена автоматизация и диспетчеризация подсистемы отопления, а именно тепловой пункт.

Автоматизация управления оборудованием подсистемы отопления дает ряд неоспоримых преимуществ:

- снижение энергозатрат;
- снижение эксплуатационных издержек;
- увеличение безопасности;
- контроль износа оборудования и действий персонала;
- упрощение управления системой в целом и, как следствие, предупреждение и предотвращение аварийных ситуаций;
- технологичность процесса управления объектом с возможностью составить индивидуальную программу работы для каждой подсистемы [2].

Вышеперечисленные преимущества формируют цели нашей работы.

Для реализации заданных целей необходимо выполнить следующие задачи:

- исследовать объект управления (ОУ);
- определить границы автоматизации;
- подобрать необходимое оборудование;
- создать алгоритм автоматизированного функционирования и выявления аварийных ситуаций;
- наладить оборудование в соответствии с заданным алгоритмом;
- интегрировать подсистему автоматизации теплового пункта в систему автоматизированного диспетчерского управления.

Подбор оборудования. В первую очередь произведем исследование ОУ. Функциональная схема теплового пункта представлена на рис. 1.

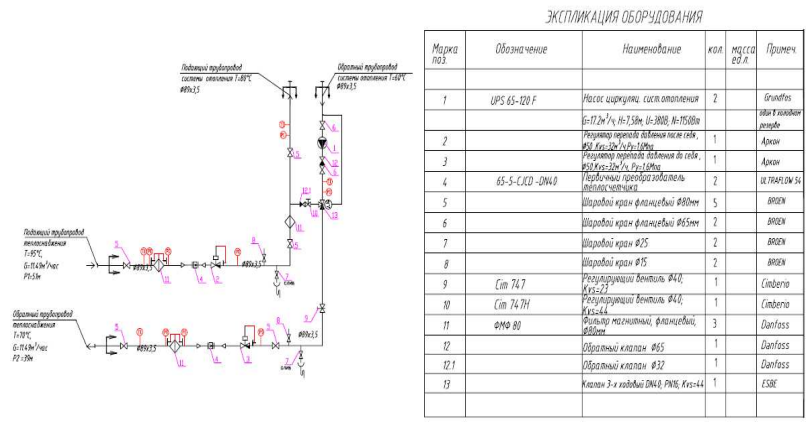


Рис. 1. Функциональная схема теплового пункта

Тепловой пункт представляет собой два контура (внешний и внутренний) теплоносителя, соединенных по зависимой схеме. Внешний контур – теплоноситель, поступающий из городской системы теплоснабжения. Внутренний контур – теплоноситель, принудительно циркулирующий по отопительным приборам системы отопления здания. Для обеспечения принудительной циркуляции во внутреннем контуре используют насос. Для регулирования температуры используется трехходовой клапан, который обеспечивает подачу теплоносителя из внешнего контура.

В процессе работы теплового пункта в нем находится дежурный. Дежурный периодически производит визуальный осмотр, проверяет параметры контуров (T , P), фильтры на подающем и обратном трубопроводе, снимает показания с приборов и производит учет теплоты, которую потребляет здание. Большинство функций дежурного можно переложить на систему автоматизации.

Комплект контрольно-измерительного оборудования для создания системы автоматизации должен обеспечивать измерение и регистрацию следующих параметров:

G_1 , G_2 – расход и масса теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах внешнего контура соответственно;

TE_1 , TE_4 – температура теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах внешнего контура соответственно;

PE_5 , PE_9 – давление в подающем и обратном трубопроводах внешнего контура соответственно;

PE_8 – давление в обратном трубопроводе внутреннего контура системы отопления;

TE_2 , TE_3 – температура воды в подающем и обратном трубопроводе внутреннего контура системы отопления соответственно;

TE_{12} – температура наружного воздуха;

TE_{13} – температура воздуха в контрольном помещении [3];

PE_6 , PE_{10} – датчики давления, контролирующие фильтры в подающем и обратном трубопроводах внешнего контура соответственно;

PE_7 , PE_{11} – датчики давления, контролирующие регуляторы перепада давления в подающем и обратном трубопроводах внешнего контура соответственно.

Техническая реализация системы автоматизации представлена на рис. 2. Как видно из рисунка, термометры и манометры были заменены датчиками температуры (Pt 1000) и давления (4–20 мА). Регулирование положения клапана по температуре подачи во внутреннем контуре и управление насосом через преобразователь частоты ложится на плечи контроллера с модулями аналогового и дискретного ввода/вывода. Данные о расходе тепловой энергии пересчитываются и отправляются в базу данных. Воздержимся от подробного описания перечня оборудования, количества и способа установки. Переходим к следующему этапу реализации.

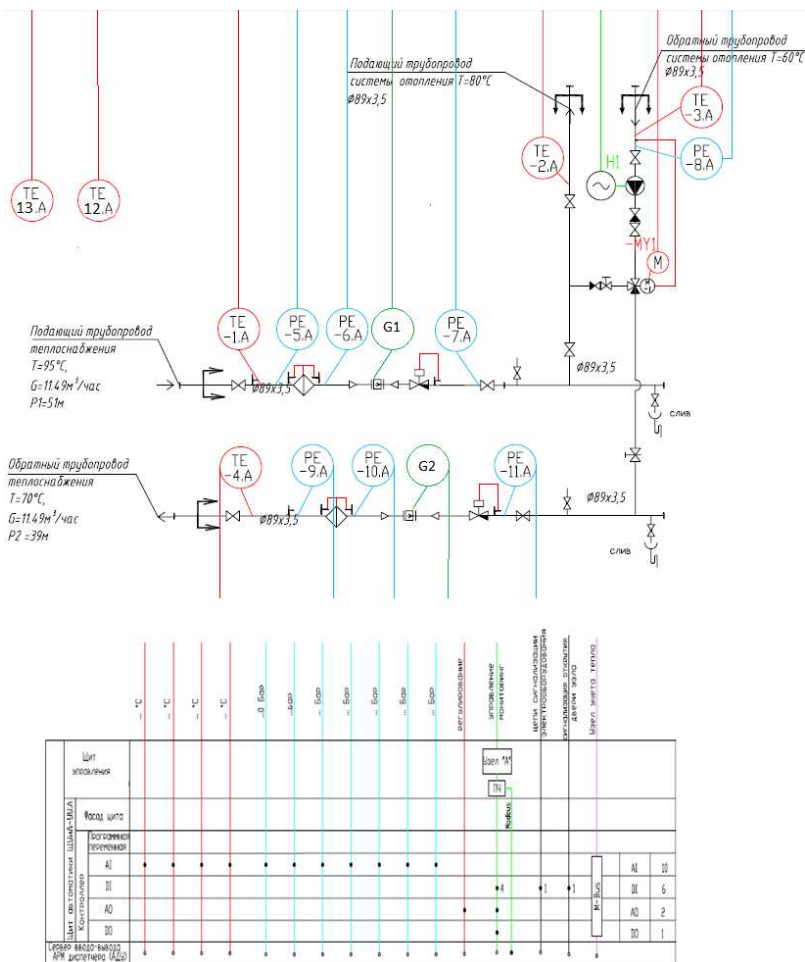


Рис. 2. Схема автоматизации теплового пункта

Создание алгоритма функционирования подсистемы. В первую очередь определим параметры системы, сообщающие нам о возникновении аварийной ситуации.

Сообщения об аварийных ситуациях должны генерироваться в следующих случаях:

1. $|G_1 - G_2| > 0,02(G_1 + G_2)$ – возникла утечка теплоносителя в системе отопления.

2. $|TE1 > TE1^p| > [\Delta TE1]$ – температура в подающем трубопроводе внешнего контура системы отопления не соответствует расчетному значению, где $TE1^p$ – расчетная температура в подающем трубопроводе внешнего контура; $\Delta TE1$ – допустимое отклонение от расчетного значения.

3. $|TE4 > TE4^p| > [\Delta TE4]$ – температура в обратном трубопроводе внешнего контура системы отопления не соответствует расчетному значению, где $TE4^p$ – расчетная температура в обратном трубопроводе внешнего контура; $\Delta TE4$ – допустимое отклонение от расчетного значения.

4. $|PE8 - PE8^p| > [\Delta PE8]$ – давление в обратном трубопроводе внутреннего контура отопления не соответствует расчетному значению, где $PE8^p$ – расчетное значение давления в обратном трубопроводе внутреннего контура системы отопления; $\Delta PE8$ – допустимое отклонение от расчетного значения.

5. $|PE6 - PE5| > 0,2(PE6 + PE5)$ – фильтр в подающем трубопроводе внешнего контура системы отопления засорился;

6. $|PE10 - PE9| > 0,2(PE10 + PE9)$ – фильтр в обратном трубопроводе внешнего контура системы отопления засорился;

7. $PE7 > (P_n^p + 0,1 \cdot P_n^p)$ или $PE7 < (P_n^p - 0,1 \cdot P_n^p)$ – давление после регулятора давления «после себя» не соответствует расчетному, где P_n^p – расчетное значение регулятора перепада давления «после себя».

8. $PE11 > (P_o^p + 0,1 \cdot P_o^p)$ или $PE11 < (P_o^p - 0,1 \cdot P_o^p)$ – давление до регулятора давления «до себя» не соответствует расчетному, где P_o^p – расчетное значение регулятора перепада давления «до себя».

На рис. 3 представлен упрощенный алгоритм функционирования автоматизированной системы управления тепловым пунктом.

Интегрирование подсистемы автоматизации теплового пункта в систему автоматизированного диспетчерского управления. После наладки оборудования приступаем к процессу интегрирования

в систему автоматизированного диспетчерского управления. Для автоматизированного рабочего места оператора подойдет почти любая СКАДА система. На рис. 4 изображен фрагмент экрана оператора, с мнемосхемами, отражающими работу нашего теплового пункта.

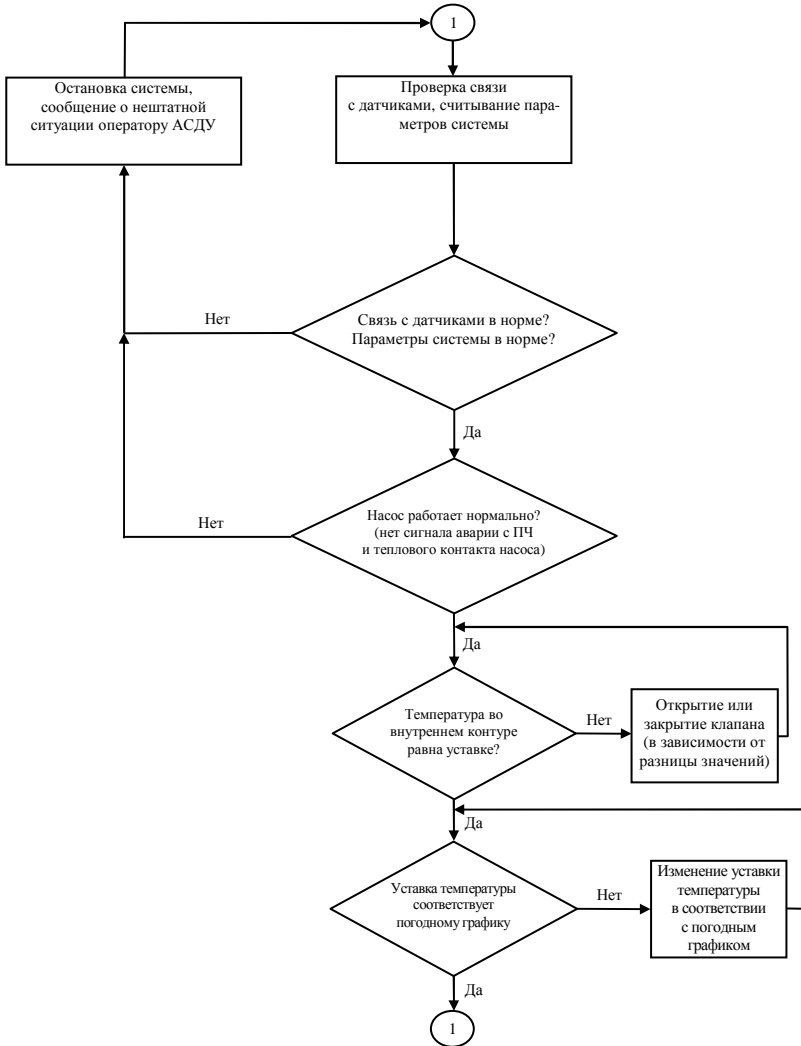


Рис. 3. Упрощенный алгоритм функционирования теплового пункта

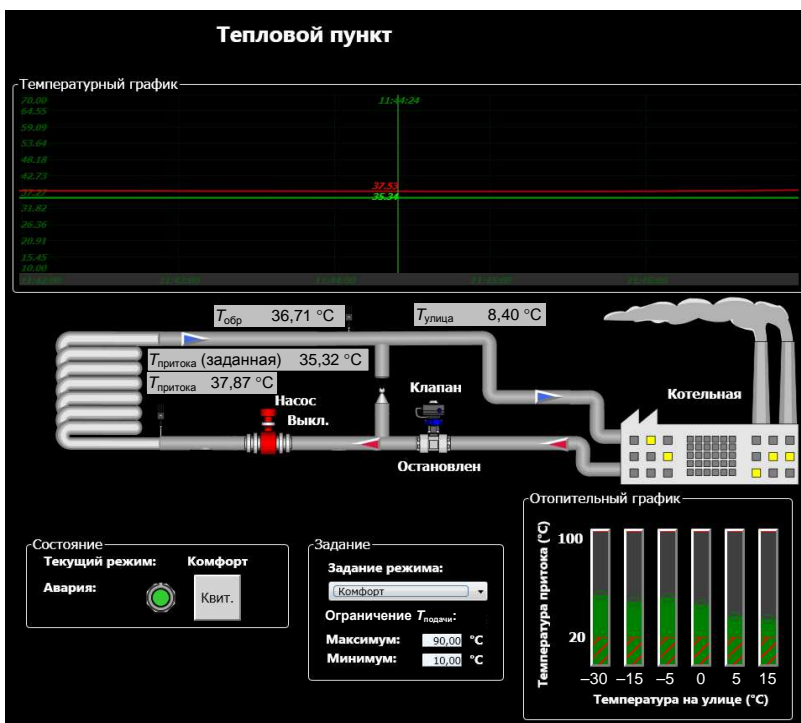


Рис. 4. Фрагмент экрана оператора системы автоматизации здания

На экране оператора отображаются основные параметры теплового пункта:

- в поле «Температурный график» отображается текущая температура теплоносителя в приточном трубопроводе (зеленый цвет) и заданная температура в приточном трубопроводе (красный цвет);
- на мнемосхеме представлена принципиальная схема теплового пункта с текущими показаниями основных датчиков и положением исполнительных механизмов;
- в поле «Состояние» отображается текущий режим работы теплового пункта (комфорт или эконом), лампа аварии и кнопка квитирования (подтверждения) аварии;
- в поле «Задание» имеется возможность задать режим работы системы и диапазон ограничения температуры теплоносителя в подающем трубопроводе;

– в поле «Отопительный график» имеется возможность с помощью ползунков задать температуру теплоносителя в подающем трубопроводе относительно температуры на улице, красной штриховкой обозначены области ограничения задания.

Заключение. После проведения модернизации теплового пункта цели, поставленные в начале статьи, достигнуты. В дальнейшем планируется продолжение работы в данном направлении по системе вентиляции здания.

Библиографический список

1. Латышев К.В. Комплексотехника переустройства здания в «Интеллектуальное здание» // Интернет-журнал «Науковедение». – 2013. – № 4(17). – С. 1–7.

2. Байгозин Д.В., Первухин Д.Н., Захарова Г.Б. Разработка принципов интеллектуального управления инженерным оборудованием в системе «Умный дом» // Известия Томск. политехн. ун-та. – 2008. – Т. 313, № 5. – С. 168–172.

3. Глухов А.П., Торопков С.А. К вопросу о контрольно-измерительном оборудовании для автоматизированных тепловых пунктов // Диагностика и надежность энергооборудования. – 2009. – № 3(27). – С. 33–34.

4. ГОСТ 19.701–90 (ИСО 5807–85). Схемы алгоритмов, программ, данных и систем // Единая система программной документации. – 1992. – С. 93–114.

5. Даденков Д.А., Шиляев Д.В. Сравнительный анализ методов синтеза систем регулирования скорости микроприводов постоянного тока // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2013. – № 7. – С. 74–82.

6. Даденков Д.А., Петроченков А.Б. Опыт создания лабораторно-тренажерного комплекса для подготовки специалистов в области автоматизированных систем управления технологическими процессами // Науч.-техн. ведомости СПбГПУ. Наука и образование, инноватика. – 2009. – № 5(87). – С. 251–255.

ОЦЕНКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕКТА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МОНИТОРИНГА

Студент гр. ИСУП-14-2м В.Д. Кулик

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *Д.К. Елтышев*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Постановка задачи. Решение вопросов эффективного функционирования объектов энергопотребления в настоящее время является одним из ключевых направлений практически в любой сфере антропогенной деятельности. Предполагается, что уменьшение объемов энергии на обеспечение функционирования зданий или технологических процессов может существенно сократить издержки, тем самым снизив себестоимость продукта и услуг, эксплуатационные затраты и др.

Чтобы оценить уровень энергоэффективности объекта необходимо иметь представление о динамике изменения его энергетических параметров (связанных с его энергопотреблением). Собрать эти необходимые для анализа данные позволяет организация системы мониторинга за объектом как базового инструмента для дальнейшей оценки и прогнозирования [1]. Однако сведения о потреблении энергоресурсов, полученные в результате мониторинга, сами по себе не позволяют сделать выводы об эффективности их использования и в целях принятия объективных решений требуют предварительной обработки с использованием соответствующего математического и алгоритмического обеспечения. Поэтому в статье рассматриваются вопросы разработки методики оценки энергетических параметров разнородных объектов (зданий, процессов и т.д.) по результатам мониторинга как основы для поддержки принятия решений при управлении их энергоэффективностью.

Схема оценки энергетических параметров объекта. На основе анализа существующих подходов к оценке параметров энергетических объектов построена концептуальная схема, отражающая основные этапы исследуемого процесса (рис. 1).

Из схемы видно, что:

- из информации, полученной в результате мониторинга, создается база данных;
- анализ данных может проводиться различными методами в зависимости от постановки задачи, характера данных;

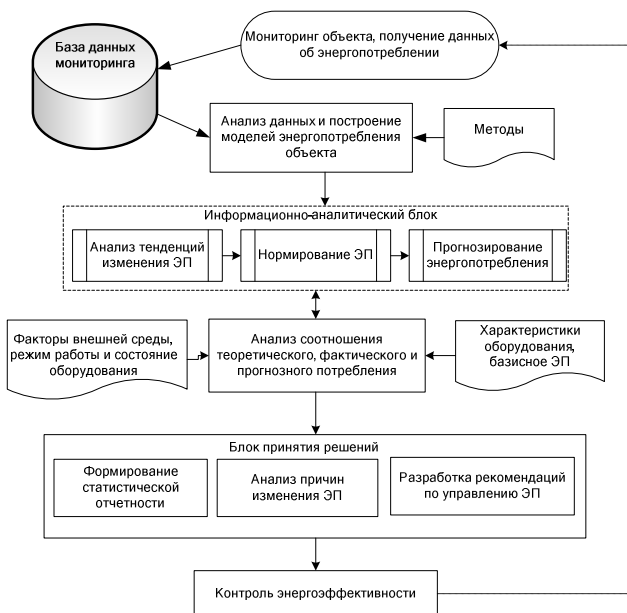


Рис. 1. Концептуальная схема процесса оценки энергетических параметров

– на основе проведенного анализа реализуется информационно-аналитический блок. Выходными данными из блока являются тренды изменения энергопотребления исследуемого периода, нормы энергопотребления для используемого оборудования и прогнозы изменений энергопотребления;

– на информационно-аналитический блок оказывает влияние процесс анализа соотношения потреблений. Данные о состоянии оборудования, его заявленных характеристиках, режимах работы и внешней среде позволяют объективно рассчитывать норму энергопотребления относительно исследуемого периода и получить более точную информацию о возможных изменениях энергопотребления в будущем;

– на основе проведенных исследований и применения методики на объекте принимаются определенные решения (блок принятия решений). Вариантами являются: формирование статистической отчетности; анализ причин отклонения и изменения энергопотребления от установленных норм; разработка рекомендаций, направленных на кон-

троль энергопотребления. Последнее связано с процессом контроля энергоэффективности, который замыкает схему на начальном этапе.

Методы определения нормы энергопотребления. Одним из ключевых компонентов предлагаемой системы оценки является определение норм потребления энергоресурсов. С этой целью могут применяться различные методы.

Опытный метод [2] основан на использовании экспериментальных данных и применяется на стадии проектирования нового оборудования и промышленных объектов или модернизации уже существующих [2]. Предполагается, что оборудование должно находиться в исправном состоянии, а технологический процесс должен осуществляться в режиме, предусмотренном технологическими регламентами и инструкциями.

Статистические методы подразделяются на несколько видов:

1. Отчетно-статистический метод [3] предполагает обработку данных о фактическом расходе энергоресурсов за прошлый период (из отчетной документации) и их интерполяции (использование многофакторного корреляционного анализа).

В методе используются следующие математические модели:

- аналитическая модель связывает величину энергопотребления и факторы, влияющие на ее изменение [4];
- модель базового периода предполагает расчет энергопотребления путем уточнения его значений за предыдущий (базовый) период времени коэффициентами специального вида.

2. Кластерный анализ является одним из наиболее перспективных методов, использующих ретроспективные данные об изменении ЭП [5]. Существующие алгоритмы делятся на кластеризацию с заданием числа кластеров и кластеризацию без задания числа кластеров. К алгоритмам первой группы относятся *K-means*, *K-medians*, *EM*-алгоритмы, метод нечеткой кластеризации *C-means*, генетический алгоритм и др.; к алгоритмам второй – *dbscan*, *cobweb*, *clique* и др. [5, 6]

Расчетно-аналитический метод основан на выполнении вычислений по данным технической документации (проектной, технологической и др.) с использованием нормативных характеристик отдельных объектов, полученных путем разбиения исследуемого участка энергосети, установленных экспериментально, и оценках их взаимодействия друг с другом [7].

Комбинированный метод учитывает связь энергопотребления со структурой и режимом работы производства, используя комбинированную математическую модель. Такая модель сочетает объектно ориентированную и аналитическую модели, которые связываются между собой понятием энергетического профиля [8].

В данной работе предлагается использовать метод нечеткого кластерного анализа *C-means* [6]. Каждый кластер имеет свой центр c_j – элемент того же пространства, которому принадлежит исходное множество данных об объекте. При этом задача нечеткой кластеризации предполагает достижение минимума целевой функции:

$$E = \sum \sum U_{ij}^m \cdot \|x_i - c_j\|^2, \text{ при } \sum_j U_{ij} = 1, i = 1 \dots p,$$

где U – матрица принадлежности кластерам; x_i – объекты; c_j – центры кластеров. Центры рассчитываются по следующей формуле:

$$c_j = \frac{\sum_x W_j(x)^m x}{\sum_x W_j(x)^m},$$

где $W_j(x)$ – коэффициент принадлежности; m – коэффициент неопределенности; x – параметры объекта

Практическое исследование методики. На рис. 2 приведены данные о суммарном дневном электропотреблении и температуре в учебном помещении, полученные в результате мониторинга.

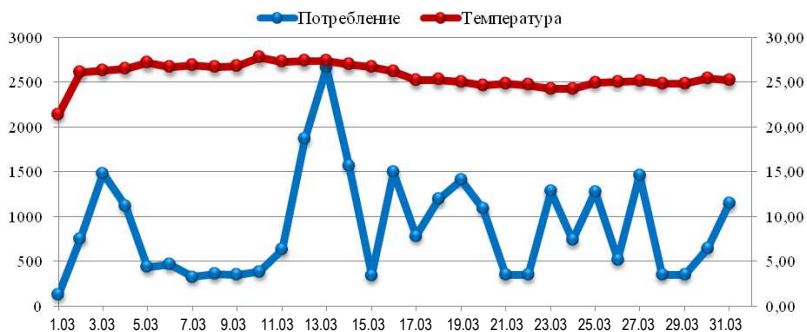


Рис. 2. График энергопотребления аудитории за март 2015

Ниже в табличной форме и на рис. 3 показаны результаты кластеризации полученных данных для семи классов различными методами.

Результаты кластеризации данных о дневном потреблении

Кластер 1		Кластер 2		Кластер 3		Кластер 4		Кластер 5		Кластер 6		Кластер 7			
1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2		
1	7	5	5	2	2	3	3	4	4	11	1	13	13		
7	8	6	6	17	17	12	12	18	11	30					
8	9	26	26	24	24	14	14	20	18						
9	10				30	16	16	23	20						
10	15					19	19	25	23						
15	21					27	27	31	25						
21	22														31
22	28														
28	29														
29															

Примечание: цифре 1 соответствуют расчеты по методу *C-means*, цифре 2 – по методу *K-means*.

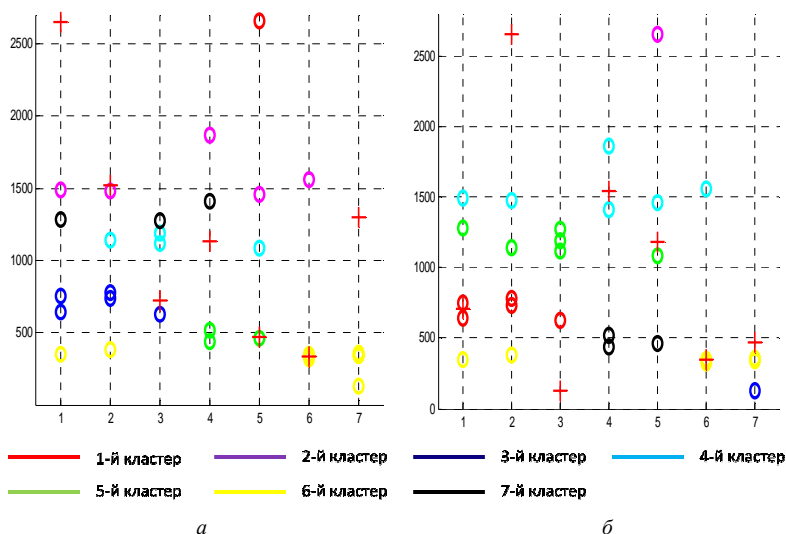


Рис. 3. Визуальное представление результатов кластеризации:
а – по методу *K-means*; *б* – по методу *C-means*

Основные результаты и выводы. Разработанная концептуальная схема процесса оценки энергетических параметров объектов требует формализации ее отдельных элементов и в дальнейшем может быть применена для управления энергоэффективностью объекта. Важный вклад в решение данной задачи вносит исследование методов нормирования энергетических параметров и методик кластерного анализа данных мониторинга.

Практическое исследование методики кластерного анализа на примере данных об электропотреблении учебной аудитории позволило определить временные отрезки со схожими показателями и возможности поиска норм потребления по отдельным дням недели. В совокупности с анализом режимов работы оборудования и прогнозированием для выявления возможных отклонений и их причин, а также выработки решений по их устранению возможности дальнейшего использования методики представляются важной составляющей для процедур повышения энергоэффективности объекта.

Библиографический список

1. Ратников А.О. Пути решения проблемы энергосбережения в России. – Казань: Познание, 2010. – 304 с.
2. Константинов Б.А. О применении математических методов при нормировании потребления электроэнергии в промышленности // Электричество. – 1964. – № 1. – С. 66.
3. Тайц А.А. Методика нормирования удельных расходов электроэнергии. – М.: Госэнергоиздат, 1946. – 450 с.
4. Ястребов П.П. Использование и нормирование электрической энергии в процессах переработки и хранения. – М.: Колос, 1973. – 311 с.
5. Гнатюк В.И. Предельный алгоритм нормирования электропотребления объектов техноценоза. – М.: Энергобезопасность и энергосбережение, 2012. – С. 28–33.
6. Штовба С.Д. Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику [Электронный ресурс]. – URL: <http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book1/index.php> (дата обращения: 10.05.2015).
7. Гофман И.В. Нормирование потребления энергии и энергетические балансы промышленных предприятий. – М.: Энергия, 1966. – 319 с.
8. Гринев А.В. Комбинированный метод расчета норм потребления топливно-энергетических ресурсов // Энергосбережение и водоподготовка. – 2011. – № 6. – С. 20.

КОМПЛЕКСНАЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Студент гр. ИСУП-14-1м В.В. Бояршинова

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *Д.К. Елтышев*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Вопросы оценки технического состояния электротехнического оборудования (ЭО) относятся к одной из наиболее острых проблем надежного функционирования электроэнергетических объектов. Это обусловлено, высоким уровнем износа ЭО и выработки его ресурса, отсутствием однозначных критериев оценки дефектов и времени безотказной работы различных видов электротехнического оборудования, необходимостью обеспечения требований безопасности [1, 2]. Поэтому важное значение приобретает стратегия обслуживания ЭО по фактическому ТС [1–3], знание которого позволяет предотвратить возможные аварийные ситуации, а также продлить срок межремонтной эксплуатации, сократить время простоев оборудования, улучшить его показатели надежности и снизить затраты [3, 6].

Постановка задачи исследования. Комплексная оценка ТС ЭО предполагает решение ряда ключевых задач, связанных: с накоплением истории и формированием базы мониторинга эксплуатируемых объектов; разработкой методов анализа надежности, а также выявления причин и факторов, приводящих к отказам или авариям; разработкой методик планирования профилактических обслуживаний объектов для повышения надежности эксплуатации и снижения рисков аварийных ситуаций [1–3].

Классические методы оценки ТС, а также надежности и безопасности технических объектов основаны на построении математических моделей диагностируемых объектов, предполагающих обработку больших объемов статических данных и прогнозирование на их основе моментов наступления отказа.

К факторам, ограничивающим применение классических методов в задачах оценки ТС ЭО, можно отнести их неструктурированный и плохо формализуемый характер [2, 4]:

– невозможность получения достаточных объемов достоверной информации для принятия решений и необходимость привлечения экспертных знаний специалистов;

- наличие неоднозначности в исходных данных, а также присутствие многовариантности решений;
- необходимость принятия оперативных и обоснованных решений виду ответственности выполняемых ЭО функций;
- необходимость постоянного пополнения информации в процессе поиска решений и их адаптации к условиям эксплуатации, интерактивность и логичность вывода решений.

Учет этих факторов заставляет отказаться от классических методов и моделей принятия решений и обратиться к технологиям интеллектуальных систем оценки ТС ЭО [2, 4], предполагающих решение ряда взаимосвязанных задач, в частности:

- выработку комплексной оценки состояния ЭО и его работоспособности;
- определение класса состояния и вида дефекта;
- выявление причинно-следственных связей между фактом возникновения дефекта и значениями технических параметров ЭО;
- прогнозирование последствий развития дефекта;
- выработку рекомендаций по управлению эксплуатацией ЭО и совершенствованию системы его технического обслуживания и ремонта;
- накопление базы знаний для повышения достоверности вырабатываемых решений.

Перед данной работой ставится задача разработки методики комплексной оценки ТС ЭО с использованием интеллектуальных методов, включающая формализацию компонент комплексной оценки, а также формирование концептуальной схемы и алгоритма функционирования интеллектуальной системы оценки ТС ЭО.

Методика интеллектуальной оценки ТС ЭО. Процедуру комплексной оценки состояния оборудования можно представить в виде следующей функциональной зависимости:

$$S = f(X, M, N, P),$$

где X – отображает контролируемые средствами мониторинга и диагностики физико-химические параметры, их признаки и абсолютные отклонения, которые характеризуют изменение ТС ЭО под воздействием тепловых, электрических, механических, химических и других факторов; M – различные методы, используемые для контроля параметров X ; N – нормативные значения для каждого исследуемого параметра X ; P – правила принятия решений.

Структурно процесс интеллектуальной оценки ТС ЭО (рис. 1) можно разделить на следующие этапы [2, 4]: наблюдение и контроль; интеллектуальный анализ данных и оценка ТС; прогнозирование и планирование мероприятий по предупреждению нештатных ситуаций; принятие решений и реализация решений.

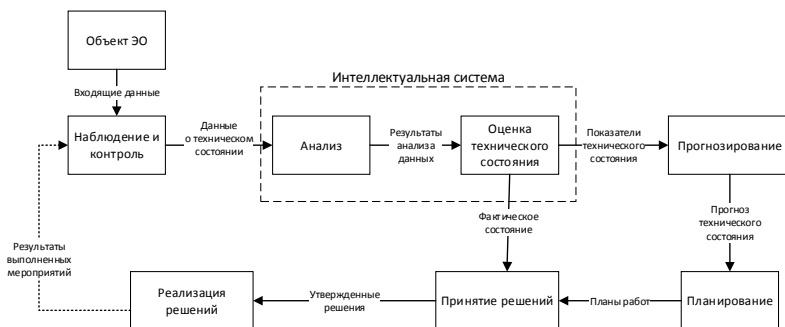


Рис. 1. Схема процесса оценки технического состояния ЭО

Процесс предполагает сбор с объекта данных о контролируемых параметрах ЭО. На этапе наблюдения и контроля данные систематизируются и переносятся на этап анализа и диагностики, где происходит их обработка в соответствии с выбранными диагностическими моделями и алгоритмами. Далее возможны два варианта. В первом случае показатели ТС поступают на этап прогнозирования в целях анализа перспектив изменения состояния оборудования и далее планирования и реализации ремонтно-эксплуатационных работ. Во втором случае при нештатной ситуации (плохое состояние ЭО), результаты оценки отправляются на уровень принятия решений [5].

Подобный подход позволяет дать оценку эффективности принятых к исполнению решений и проводимых мероприятий, основой которого является интеллектуальный модуль (система) оценки ТС ЭО (рис. 2). Она базируется на подсистеме логического вывода, использующей фактические значения параметров ЭО, информацию из базы знаний (БЗ) и алгоритмы формирования решений.

Предполагается, что одновременная работа с экспертными и статистическими данными позволит системе получить уникальные результаты, например, поставить сложный технический диагноз [4].

Благодаря наличию возможности передачи информации с подсистемы мониторинга параметров исследуемого объекта в систему оценки его состояния обеспечивается также и возможность более раннего обнаружения отклонений в работе ЭО и тенденций к их развитию. Сбор, хранение и интеллектуальная обработка информации о состоянии ЭО и происходящих в нем процессах позволяет оперативно принимать решения при отклонении состояния ЭО от заданных значений.

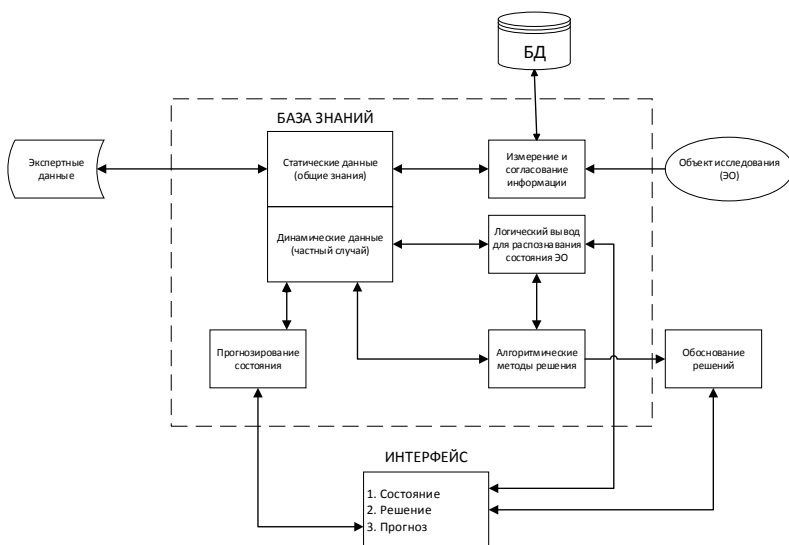


Рис. 2. Обобщенная схема интеллектуальной оценки ТС ЭО

Один из ключевых принципов создания системы – совместное и согласованное решение задач мониторинга, диагностики, прогнозирования и оперативного управления. Эффективность же работы такой системы определяется объемами БЗ, возможностью ее пополнения, достоверностью оценок состояния оборудования и качеством рекомендаций по алгоритму обеспечения его безаварийного функционирования, которые позволяют формировать адекватные и эффективные управленческие решения [7].

Для полной наглядности работы данной системы приведем обобщенный алгоритм ее функционирования (рис. 3).

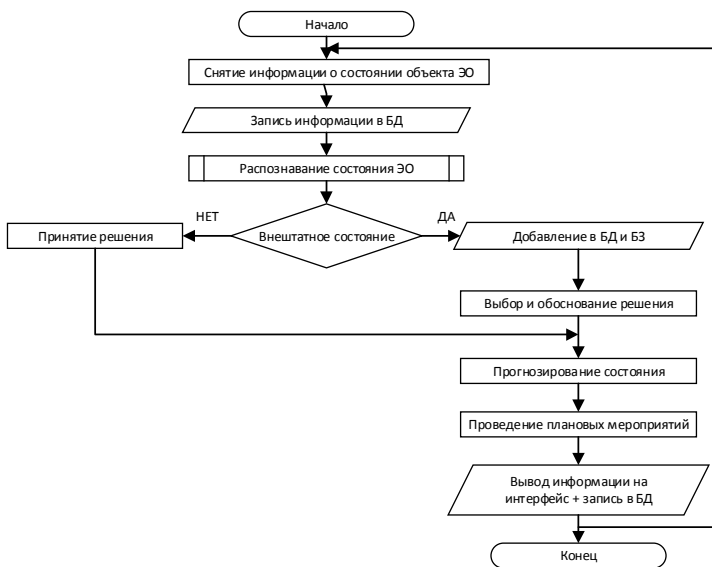


Рис. 3. Алгоритм работы системы комплексной оценки ТС ЭО

Заключение. В данной статье был проведен анализ особенностей эксплуатации ЭО и методов оценки его технического состояния. Актуальность использования для этих целей интеллектуальные методы обусловлена возможностью использовать различную информацию (экспертную, статистическую) об эксплуатации ЭО для получения достоверных сведений касательно его фактического состояния. Разработанная концептуальная модель требует детальной проработки математического и алгоритмического обеспечения и в перспективе может стать основой для построения интеллектуальной системы обеспечения безаварийной работы объектов электроэнергетики.

Библиографический список

1. Бочкарев С.В. Интегрированная логистическая поддержка эксплуатации электротехнических изделий: учеб. пособие / С.В. Бочкарев, А.Б. Петроченков, А.В. Ромодин. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2009. – 398 с.
2. Елтышев Д.К. Интеллектуализация процесса диагностики состояния электротехнического оборудования // Информатика и системы управления. – 2015. – № 1(43). – С. 72–82.

3. Назарычев А.Н. Основные принципы и критерии управления техническим состоянием электрооборудования. – Вестник ИГЭУ. Вып. 2, 2006. – С. 1–5.

4. Гаглоева И.Э. Алгоритм функционирования интеллектуальной системы поддержки принятия решений для оценки технического состояния и эффективности процесса обновления и модернизации производственных фондов электроэнергетических объектов // Интернет-журнал Науковедение. –2013. – № 3(16). – С. 60.

5. Еремеев А.П. Экспертные модели и методы принятия решений. – М.: Изд-во МЭИ, 1995. – 111 с.

6. Глушенко П.В. Диагностирование электротехнических объектов на основе моделей: монография. – СПб.: СПГУВК, 1996. – 100 с.

7. Вахромеев О.С. Информационные технологии в диагностировании судовым электрооборудования // Материалы VII Междунар. науч.-практ. конф. – Новочеркасск: Изд-во ЮРГТУ, 2006. – С. 27–32.

Секция III
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭНЕРГЕТИКА

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ ПОД РАБОЧИМ НАПРЯЖЕНИЕМ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ 6–10 кВ

Студент гр. ЭАПУ-11 Н.В. Давыдов
Научный руководитель – канд. техн. наук,
профессор *М.Л. Сапунков*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Для обеспечения надежности и безопасности электрических сетей необходимо систематически осуществлять контроль сопротивления изоляции. Это особенно важно для распределительных сетей 6–10 кВ шахт и рудников, где сопротивление изоляции может уменьшиться из-за старения, износа и по другим причинам. В результате может произойти пробой изоляции и возникновение опасных аварийных ситуаций.

В настоящее время в сетях 6–10 кВ горных предприятий состояние изоляции под рабочим напряжением обычно контролируют косвенным путем измерений напряжений фаз относительно земли и напряжений смещения нейтрали при помощи специальных трансформаторов напряжения [1]. Такой способ систематического контроля является простым, однако не дает количественной оценки состояния изоляции, а позволяет лишь судить о фактах изменения состояния изоляции сети. В последнее время для эпизодического контроля применяется способ и устройства контроля сопротивления изоляции путем регистрации и анализа частичных разрядов [2]. Однако данные устройства весьма сложные и дорогостоящие.

На кафедре «Горная электромеханика» ПНИПУ разработан новый способ контроля сопротивления изоляции фаз относительно земли под рабочим напряжением для сетей 6–10 кВ. По этому способу сопротивление изоляции можно вычислить по результатам контроля приращения активной мощности. Это приращение мощности происходит в результате создания преднамеренной несимметрии напряжений фаз относительно земли путем подключения к одной из фаз дополнительной проводимости на землю [3]. На рис. 1 представлена схема сети с одной секцией шин. На исследуемой отходящей линии в каждой фазе установлен трансформатор тока. К секции шин подключен измерительный трансформатор напряжения. Для создания преднамеренной несимметрии напряжений фаз относительно земли к одной из фаз через высоковольтный

выключатель подключается силовой конденсатор емкостью ΔC . Управление выключателем осуществляют с помощью командоаппарата КА. На микропроцессорное устройство МП поступают сигналы с измерительных трансформаторов, где после аналого-цифрового преобразования происходит вычисление суммарной мгновенной и активной мощности линии до подключения конденсатора и затем производится запоминание значения мощности. После подключения добавочной емкости снова вычисляется значение суммарной мгновенной и активной мощности и в конечном итоге вычисляется приращение активной мощности рассеяния в сопротивлениях изоляции. Одновременно вычисляется показатель изменения напряжений, и далее на выходе устройства получают значение сопротивления изоляции фазы относительно земли $R_{из}$.

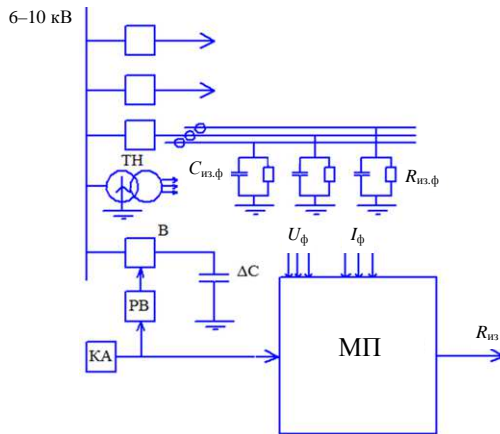


Рис. 1. Принципиальная схема распределительной сети и функциональная схема устройства контроля изоляции

Одним из вопросов, который необходимо решить при разработке и применении нового устройства для контроля сопротивления изоляции фаз относительно земли, является обоснование выбора величины дополнительной емкости ΔC , применяемой для создания в сети преднамеренной несимметрии напряжений фаз относительно земли.

В распределительных кабельных сетях напряжением 6 кВ калийных предприятий Верхнекамского месторождения, работающих в режиме с изолированной нейтралью, емкостной ток однофазного замыкания на землю $I_{ОЗЗ}^{(1)}$ на отдельных секциях шин распределительных устройств достигает значения 5–25 А и более. Для этих условий величина

суммарной емкости одной фазы относительно земли электрически связанной сети (мкФ) может быть определена по выражению

$$C_{\phi\Sigma} = \frac{I_{033}^{(1)} \cdot 10^6}{3U_{\phi}\omega}, \quad (1)$$

где $I_{033}^{(1)}$ – емкостной ток однофазного замыкания на землю, А; $U_{\phi} = 3470$ – фазное напряжение сети, В; $\omega = 314$ – круговая частота, с^{-1} .

Для приведенных величин $I_{033}^{(1)}$ суммарная емкость фазы относительно земли (мкФ) будет соответствовать интервалу значений

$$C_{\phi\Sigma} = 1,53...7,65, \quad (2)$$

Для определения величины напряжения смещения нейтрали в трехфазной сети с изолированной нейтралью можно воспользоваться известным выражением

$$\dot{U}_0 = \frac{Y_A \dot{U}_A + Y_B \dot{U}_B + Y_C \dot{U}_C}{Y_A + Y_B + Y_C}, \quad (3)$$

где $\dot{U}_A, \dot{U}_B, \dot{U}_C$ – комплексные значения фазных напряжений; Y_A, Y_B, Y_C – комплексы полных проводимостей фаз на землю.

В симметричной трехфазной сети величины фазных напряжений равны между собой. Также одинаковыми можно считать комплексные значения полных проводимостей фаз на землю. При таких условиях напряжение смещения нейтрали будет равно нулю. Активная проводимость изоляции фазы $q_{\text{из.}\phi} = 1/R_{\text{из.}\phi}$ намного меньше емкостной проводимости. Если ею пренебречь, то с учетом подключения дополнительной проводимости ΔC к одной из фаз, например к фазе A , можно считать, что

$$Y_A = j(C_{\phi\Sigma} + \Delta C); Y_B = Y_C = jC_{\phi\Sigma}. \quad (4)$$

Тогда выражение (3) можно представить в виде

$$\dot{U}_0 = U_{\phi} \frac{\Delta C}{2C_{\phi\Sigma} + \Delta C}. \quad (5)$$

На основании формулы (5) для практического определения величины ΔC для конкретной сети можно использовать расчетную зависимость, приведенную на рис. 2.

Эта зависимость позволяет выбрать величину ΔC при желаемой величине напряжения смещения нейтрали U_0 и известной суммарной емкости $C_{\phi\Sigma}$. По графику видно, что для большего напряжения смещения

нейтрали требуется большая величина ΔC . Это будет повышать точность измерения сопротивления изоляции. Однако если принять значение дополнительной емкости, подключаемой к одной фазе, очень большой величины (что соответствует «глухому» металлическому замыканию), то напряжения двух других фаз примет значение линейного. В таком случае значительная несимметрия напряжений может привести к пробую ослабленной изоляции, поэтому выбор подключаемой дополнительной емкости является важной задачей при применении нового устройства.

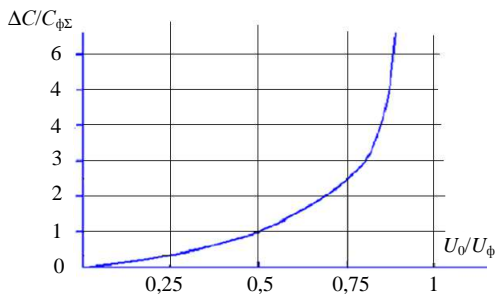


Рис. 2. Расчетная зависимость для определения величины дополнительной емкости

Для функциональной схемы при разработке устройства важен также выбор элементов управления выключателем – реле времени РВ и командоаппарата КА, обеспечивающих необходимый алгоритм подключения дополнительной емкости ΔC и работу вычислительного модуля МП. Разрабатываемое устройство для контроля сопротивления изоляции можно будет использовать для систематического применения в распределительной сети. В результате обработки и анализа данных о величине $R_{из}$ всех контролируемых линий сети можно будет осуществлять диагностику состояния изоляции, прогнозировать надежность и безопасность системы электроснабжения.

Библиографический список

1. Плащанский Л.А. Основы электроснабжения горных предприятий. – М.: Изд-во Моск. гос. горн. ун-та, 2006. – 499 с.
2. Шнейдер Электрик [Электронный ресурс]. – URL: www.schneider-electric.ru (дата обращения: 15.04.2015).
3. Пат. РФ № 2478975. Способ контроля состояния изоляции в трехфазной электрической сети / М.Л. Сапунков [и др.]; опубл. 10.04.13, Бюл. № 10.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Студент гр. КРЭС-10 А.Ф. Басов

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *В.В. Киселев*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Одним из важнейших условий успешного развития крупного предприятия является наличие современной сети передачи данных, обеспечивающей передачу различных видов трафика.

В статье представлены результаты проектирования современной мультисервисной сети (МС) крупного промышленного предприятия.

В настоящее время на данном предприятии отсутствует единая информационная сеть, обеспечивающая обмен информацией между подразделениями. Передача данных осуществляется на локальных участках. Недостатком существующей сети является такое отсутствие замыкания линий связи в кольцо, что не позволяет создать высоконадежную сеть с резервированием.

Проектируемая мультисервисная сеть обеспечивает:

- подключение УАТС зданий 1, 7 и 11 к центральному узлу на подстанции (п/ст) 26 потоком E1;
- соединение локальных сетей цехов с головным зданием п/ст 26 потоком Fast Ethernet;
- передачу данных охранно-пожарной сигнализации, видеоконференции, телеметрической информации потоком E1.

Спроектированная сеть имеет кольцевую структуру, что обеспечивает резервирование, имеющее время восстановления порядка 50 мс.

Структурная схема МС представлена на рис. 1.

Все подразделения объединены потоком STM-4, при этом в каждом подразделении осуществляется вывод необходимого количества каналов E1 и FE. На подстанции 26 устанавливается система сетевого управления (ССУ).

По результатам анализа объема передаваемого трафика была выбрана SDH-технология, которая имеет следующие преимущества:

- обеспечивает достаточно высокие скорости передачи информации;
- характеризуется эффективной схемой мультиплексирования;

- обладает высокой степенью отказоустойчивости за счет автоматического и оперативного (время реакции до 50 мс) переключения с основного на резервный канал в случае отказа сетевого оборудования или аварийной ситуации на линии связи;
- обеспечивает высокое качество транспортного обслуживания разнородных (голосового, видео- и компьютерного) потоков с гарантированным для каждого вида трафика уровнем пропускной способности и задержек;
- создает информационную основу для эффективного мониторинга состояния сетевого оборудования и управления сетью.

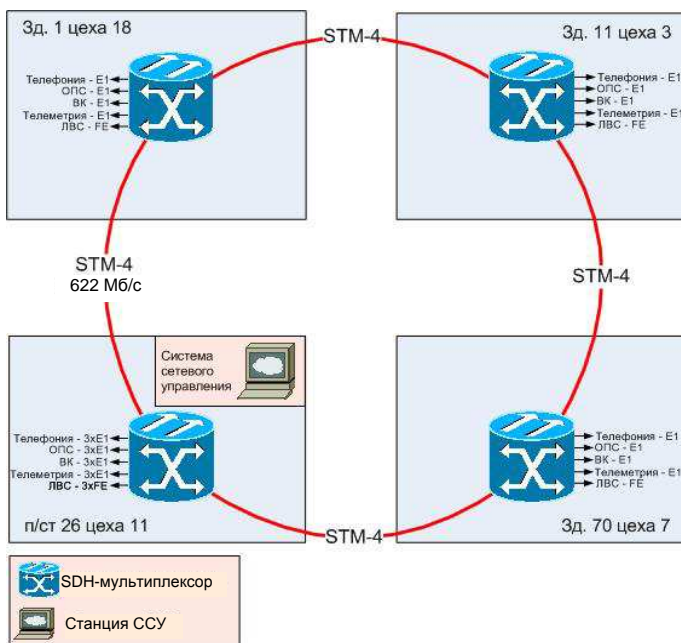


Рис. 1. Структурная схема МС

В соответствии с техническим заданием в качестве среды передачи данных спроектированы волоконно-оптические линии связи (ВОЛС), так как они позволяют передавать информацию с очень высокой скоростью на большие расстояния без применения регенерационного оборудования, отличаются простотой изготовления как самого оптоволокна, так и оборудования, необходимого для ВОЛС, а также экономичностью.

В результате проведенного анализа оборудования в качестве мультиплексирующего оборудования для SDH-сети выбраны оптические мультиплексоры Alcatel 1642 EMUX.

Эти устройства являются наиболее доступными по цене среди оптических мультиплексоров, оптимизированных для использования в сетях SDH, и по своим характеристикам соответствуют требованиям технического задания.

Для повышения надежности и защищенности передаваемых данных была спроектирована система мониторинга ВОЛС МС предприятия. Назначением системы мониторинга является организация непрерывного контроля состояния опико-физических характеристик ВОЛС МС и обеспечение, тем самым, своевременного принятия мер по предупреждению и устранению аварий.

Структурная схема системы мониторинга представлена на рис. 2.

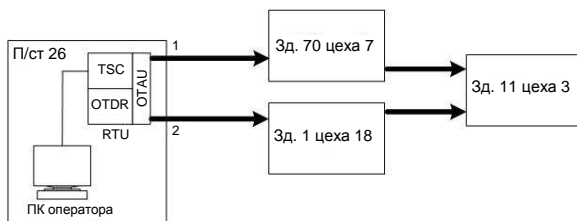


Рис. 2. Структурная схема мониторинга

Система мониторинга является системой удаленного тестирования волокон RFTS (Remote Fiber Test System).

Система RFTS позволяет реализовывать различные схемы и методы наблюдения за состоянием волокон и волоконно-оптическим кабелем (ВОК). Как показывает практика, свыше 90 % неисправностей ВОК обусловлены некачественными коннекторами (муфтами, сплайс-пластинами, соединительными шнурами), некачественной сваркой волокон, перегибами с недопустимо малым радиусом, повреждениями ВОК в процессе эксплуатации. Данные дефекты поражают все волокна ВОК и обнаруживаются, если тестируется хотя бы одно оптическое волокно в кабеле. Для увеличения точности в проекте тестируется два волокна в кабеле.

Вследствие изложенного выше в системе мониторинга проводится контроль двух активных волокон, на которых реализована МС. Тестирование активных волокон проводится на длине волны излуче-

ния (1625 нм) вне диапазона рабочих длин волн (1310 нм) и никак не влияет на качество передачи рабочего трафика.

Для разделения рабочего и зондирующего сигнала активных волокон в узлы с активным оборудованием МС устанавливаются спектральные мультиплексоры WDM (Wavelength Division Multiplexer).

В качестве оборудования для создания системы мониторинга выбрано оборудование компании EXFO, являющейся на настоящий момент мировым лидером в производстве измерительной аппаратуры для ВОЛС.

В качестве блока RTU системы мониторинга выбран блок контроля Fiber Guardian p/n FG-720-004M-16-58-AC-RK19-00 в составе:

- управляющий модуль тестирования ТНС (Test Head Controller), включающий в себя центральный модуль управления тестированием TSC;

- оптический модуль тестирования ОТН (Optical Test Head), включающий в себя одномодовый рефлектометрический модуль OTDR и оптический переключатель ОТАУ на 16 портов FC/APC.

Для создания мультисервисной сети предприятия в ходе проектирования были решены такие следующие задачи: спроектированы линейные сооружения, обеспечивающие замыкание сети ВОЛС в кольцо, разработаны схемы размещения и установки оборудования, схемы подключений соединений, разработаны схемы электропитания и заземления оборудования.

Таким образом, в докладе представлен такой проект МС, которая обеспечивает скорость передачи потоков и информации на уровне STM-4, наличие необходимых протоколов связи, наличие резервирования и мониторинга оптических волокон при относительно невысокой стоимости всей сети.

Библиографический список

1. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. – СПб.: Питер, 2001.
2. Фриман Р. Волоконно-оптические системы связи. – М.: Технофера, 2003. – 590 с.
3. Киселев В.В., Гайнуллин Р.Р. Система мониторинга ВОЛС корпоративной сети [Электронный ресурс] // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. – 2010. – URL: <http://vestnik.pstu.ru> (дата обращения: 05.04.2015).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИНЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МЕТОДОМ ТЕРМОГРАВИМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Студент гр. КТЭИ-10 А.А. Батуев

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *Е.В. Субботин*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

На сегодняшний день полимерные материалы широко применяются при производстве кабельных изделий. Следует отметить, что при использовании полимеров в качестве изоляции провода очень ценной является возможность быстро прогнозировать длительные сроки службы изделия. Однако на сегодняшний день появляется всё больше и больше полимерных композиций, обладающих высокой термостабильностью. В связи с этим прогнозирование с использованием традиционных методов [1] занимает очень много времени. Таким образом, если отсутствуют жесткие требования, желательно применять более практичные методы.

Термогравиметрический анализ (ТГА), который позволяет отслеживать изменения веса материала в зависимости от температуры, предлагает жизнеспособную альтернативу термическому старению. Одной из ключевых процедур при этом является определение кинетических параметров: энергии активации и предэкспоненциального множителя. При проведении термогравиметрического анализа эти параметры могут определяться разными методами. В данной работе рассмотрен метод Флинна и Уолла [2], на который опирается ASTM E1641 [3] и модулированная термогравиметрия [4].

Для проведения экспериментов использовался термогравиметрический анализатор Discovery TGA (рис. 1).

Рассмотрим метод Флинна и Уолла на примере полиэтилена высокой плотности 271–274.

Нагрев производился в атмосфере азота. Масса образцов составляла 4 мг. Выполнялось четыре эксперимента на различных скоростях нагрева (1; 2; 5; 10 °С/мин).

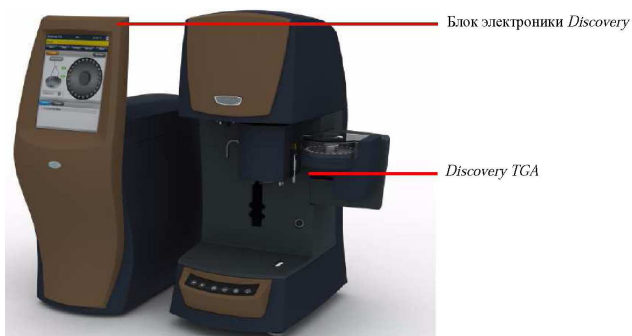


Рис. 1. Термогравиметрический анализатор Discovery TGA

Для каждой из тепловых кривых, полученных экспериментальным путем (рис. 2), определялась абсолютная температура (в градусах Кельвина) при различных уровнях конверсии (1; 2,5; 5; 10; 20 %) (рис. 3).

Далее строился график зависимости логарифма скорости нагрева от соответствующей обратной температуры при постоянном уровне конверсии (рис. 4). Данные на графике должны представлять прямую линию. Если механизм разложения образца на всех уровнях конверсии одинаков, то линии имеют одинаковый наклон.

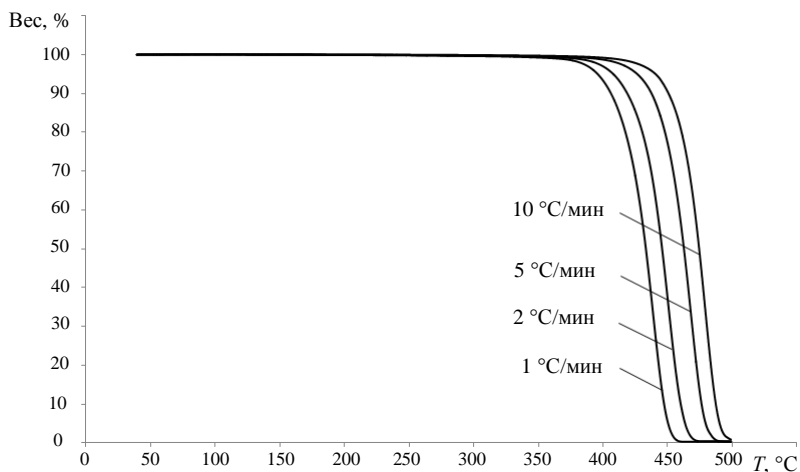


Рис. 2. Зависимость массы испытуемого материала от температуры

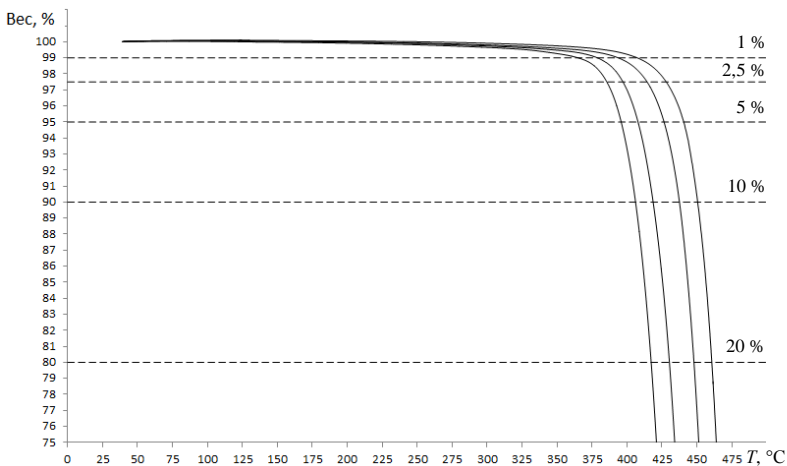


Рис. 3. Кривые потери веса на различных скоростях нагрева

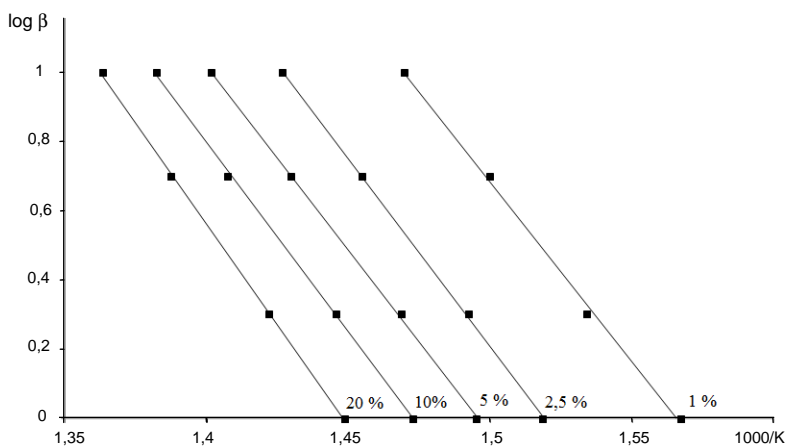


Рис. 4. Зависимость логарифма скорости нагрева от 1000/K при различных уровнях конверсии

Следующим шагом в методе Флинна и Уолла является расчет энергии активации E по формуле

$$E = -\frac{R}{b} \cdot \left[\frac{d \log \beta}{d(1/T)} \right], \quad (1)$$

где E – энергия активации, Дж/моль; $R = 8,134$ – газовая постоянная, Дж/(моль·К); b – постоянная ($b = 0,457/\text{K}$ для первой итерации);

$m = \frac{d \log \beta}{d(1/T)}$ – наклон линии; β – скорость нагрева, К/мин;

T – температура постоянной конверсии, К.

Значение b изменяется в зависимости от значения E/RT_C (T_C – температура при постоянной конверсии для скорости нагрева, ближайшей к середине экспериментальных скоростей нагрева, К). В связи с этим процесс вычисления носит итерационный характер, при котором E для первой итерации рассчитывается при $b = 0,457$, далее рассчитывается E/RT_C , в зависимости от значения E/RT_C выбирается b [3], после чего вновь рассчитывается E . Процесс продолжается до тех пор, пока E не будет изменяться менее чем на 1 %.

Далее рассчитываем предэкспоненциальный множитель Z :

$$Z = -(\beta / E) \cdot R \cdot \ln(1 - \alpha) \cdot 10^a, \quad (2)$$

где α – значение уровня конверсии.

Полученные результаты энергии активации и предэкспоненциального множителя приведены в таблице.

Кинетические постоянные	MTGA	ASTM E1641
Энергия активации E	196 кДж/моль	194 кДж/моль
Предэкспонента $\log Z$	12,8 мин ⁻¹	12,4 мин ⁻¹

Существенным ограничением данного метода является то, что он применим к материалам с четко выраженными профилями разложения, а именно гладкой, непрерывной кривой изменения массы с одной максимальной скоростью. Кроме того, из-за количества экспериментов, необходимых в подходе Флинна и Уолла, анализ часто занимает несколько дней.

Использование модулированного ТГА позволяет получить кинетические параметры в одиночном эксперименте, что сокращает время проведения исследования. Принципиальным отличием данного метода от традиционного ТГА является то, что на основной профиль нагрева накладываются синусоидальные модуляции температуры. Это позволяет получить температурную зависимость энергии активации и предэкспоненциального множителя [5].

Обычные экспериментальные условия ТГГА включают в себя амплитуду модуляций ± 5 °С в течении 200 с при основной скорости нагрева 2 °С/мин.

Результирующий профиль разложения ТГГА потери массы для ПЭ 271–274 показан на рис. 5. Сплошная кривая энергии активации в результате линейной скорости нагрева показана на рис. 6.

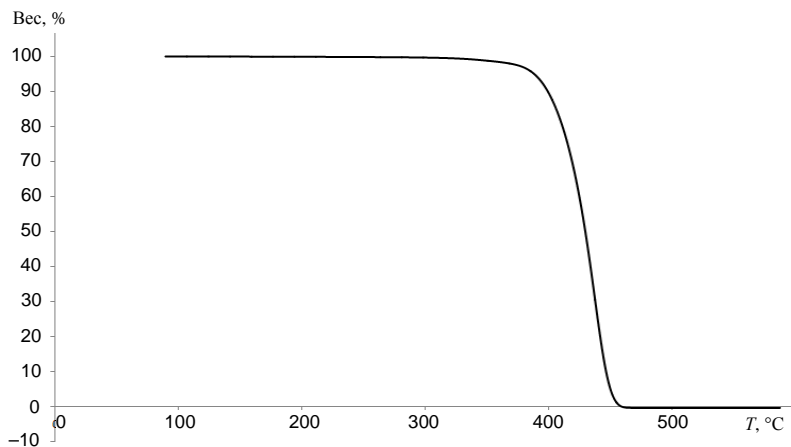


Рис. 5. Кривая потери веса

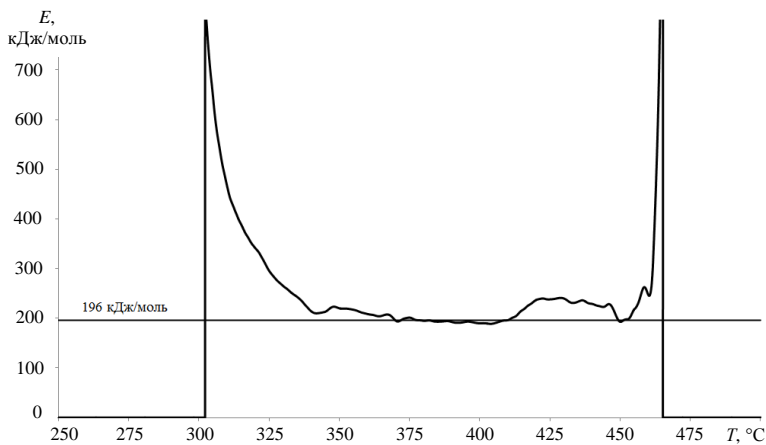


Рис. 6. Зависимость энергии активации от температуры

Результирующий анализ значений энергии активации и предэкспоненциального множителя по MTGA и ASTM E1641 был рассмотрен для ПЭ 271–274. Результаты приведены в таблице. Можно сделать вывод, что данные, полученные двумя разными способами, достаточно хорошо согласуются, расхождение не превышает 1 %.

Таким образом, метод модулированной термогравиметрии позволяет упростить и сократить время проведения экспериментов по определению кинетических параметров.

Библиографический список

1. ASTM D2307. Standard Test Method for Thermal Endurance of Film-Insulated Round Magnet Wire.
2. Flynn J.H., Wall L.A. A Quick, Direct Method for the Determination of Activation Energy from Thermogravimetric Data // J. Polym. Sci. Part B: Polym. Lett. – 1966. – № 4. – P. 323.
3. ASTM E1641–99. Standard Test Method for Decomposition Kinetics by Thermogravimetry.
4. Flynn J.H., Thermal Analysis / eds. R.F. Schwenker, Garn P.D. – Budapest: Academic Press. – 1969. – Vol. 2. – P. 1111.
5. Flynn J.H., Dickens B. Thermochim. Acta. – 1976. – № 15. – P. 1–16.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗОЛЯЦИИ НЕФТЕПОГРУЖНЫХ КАБЕЛЕЙ НА НАЛИЧИЕ ОСТАТКА СКВАЖИННОЙ ЖИДКОСТИ

Студент гр. МЭ-11-16 В.Г. Белослудцев

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент А.Е. Терлыч

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Одним из главных показателей надежности любой технической продукции, в том числе и кабельных изделий, является ресурс работы. Для нефтегазодобывающей промышленности особенно остро стоит вопрос обеспечения надежности нефтепогружных кабелей (НПК) для питания нефтепогружных насосов. Именно эта проблема обострилась в последнее время в связи с увеличением глубин бурения скважин до 2000–3000 м, что обуславливает воздействие на изоляцию нефтепогружных кабелей повышенных температур (до 200 °С) и давлений (более 100 МПа).

Объектом исследования стали образцы изоляции кабелей для установок погружных электронасосов марки КПвТБП-160 3×16 ТУ 3542-026-39-367248–2013 (таблица). Двухслойная изоляция. Материал изоляции – полиэтилен низкого давления, прошитый электронным способом.

Описание образцов

Номер образца	Номер куста / номер скважины / месторождение	Описание
1	–	Образцы в эксплуатации не были. Эталонный образец
2	29 / 548 / Мамонтовское месторождение	Наработка образцов – 42 дня. Кабель поднят при температуре –30 °С из-за $R_{из} = 0$ МОм в скважине
3	208 / 1076 / Восточносургутское месторождение	Наработка 79 сут. Кабель поднят по геологическим мероприятиям при температуре –20 °С. После поднятия был рост токов утечек
4	169 / 1326 / Правдинское месторождение	Наработка 60 сут. Спуск производился при температуре –20 °С. Кабель поднят при температуре –10 °С по причине снижения сопротивления изоляции до 0 МОм
5	569 / 3161 / МСН	Наработка 21 день. Кабель поднят из-за $R_{из} = 0$ МОм в скважине
6 (следующий после образца № 2)	29 / 548 / Мамонтовское месторождение	Наработка 16 сут. Спуск кабеля при температуре –30 °С. Кабель поднят из-за $R_{из} = 0$ МОм в скважине

Цель работы заключается в проведении экспериментальных исследований представленных образцов изоляции для определения остатков скважинной жидкости.

Методом исследования является термогравиметрический анализ, принцип действия которого заключается в изменении массы образца как функции от температуры при нагревании образца с постоянной скоростью. Данные термогравиметрического анализа откладываются на оси ординат Y , а температура – на оси абсцисс X .

Оборудование для данного исследования: термогравиметрический анализатор Discovery TGA (TA Instruments). Функциональная система Discovery TGA состоит из двух основных компонентов: блока электроники Discovery, который содержит электронные компоненты системы, и прибора Discovery TGA, включающего печь и весы (рис. 1). Блок электроники Discovery представляет собой основной интерфейс с Discovery TGA. В него входят пользовательский интерфейс, универсальный блок питания, компьютер и другая соответствующая электронная аппаратура, необходимая для работы Discovery TGA.

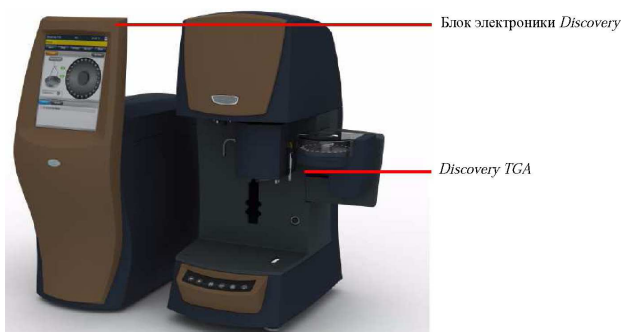


Рис. 1. Основные компоненты Discovery TGA

Discovery TGA включает следующие основные компоненты оборудования:

- весы, которые обеспечивают точное измерение веса образца;
- систему нагрева (или инфракрасную печь), которая регулирует температуру образца;

- автосемплер, который загружает образец на весы и разгружает образец с весов;
- платформу автосемплера, имеющую механизм перфорации тигля, который используется вместе с опциональными алюминиевыми запечатанными тиглями;
- теплообменник, который рассеивает тепло печи;
- модуль подачи газа, который регулирует подачу газа для продувки на весы и печь.

Для определения присутствия остатков скважинной жидкости в образцах изоляции применялся метод термогравиметрического анализа (ГОСТ 29127–91). В данном опыте проводился нагрев проб исследуемых образцов с регистрацией изменения их массы. Количественная оценка содержания скважинной жидкости осуществлялась путем сравнения кривых потери массы, полученных для образцов изоляции, эксплуатировавшихся кабелей, с аналогичной зависимостью эталонного образца, не бывавшего в эксплуатации.

Термогравиметрический анализ образцов изоляции осуществлялся в атмосфере инертного газа (азот) при скорости нагрева 5 °С/мин. Для термогравиметрического анализа были подготовлены образцы массой 30 мг в форме параллелепипеда, вырезанные из толщи изоляции. Результаты исследования приведены на рис. 2.

Из рис. 2 видно, что нагревание эталонного образца (образец 1) до температуры 250 °С не приводит к заметному снижению его массы. При дальнейшем увеличении температуры наблюдается снижение массы, связанное с термодеструкцией материала изоляции, т.е. разрушением материала. Для всех образцов изоляции эксплуатировавшихся кабелей (образцы 2–7) видимое снижение массы наблюдается при достижении температуры 70–80 °С, что указывает на наличие в изоляции компонентов скважинной жидкости, таких как вода. Количественная оценка остатков скважинной жидкости была проведена при температуре 320 °С, при данной температуре испаряются тяжелые фракции нефти. Процентное содержание остатков скважинной жидкости в изоляции (примеси), полученное при температуре 320 °С, представлено на рис. 2. Максимальное количество примесей содержится в образце 5 (3,38 %), а минимальное – в образце 2 (0,69 %).

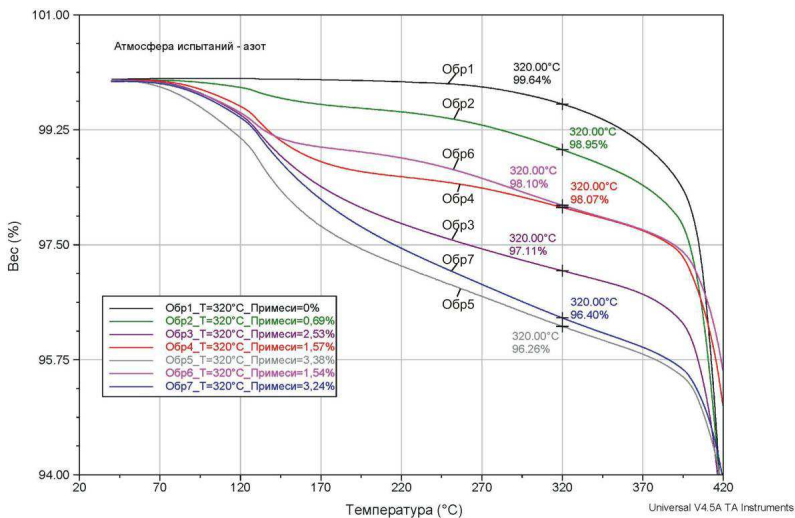


Рис. 2. Результаты термогравиметрического анализа образцов изоляции нефтепогружных кабелей

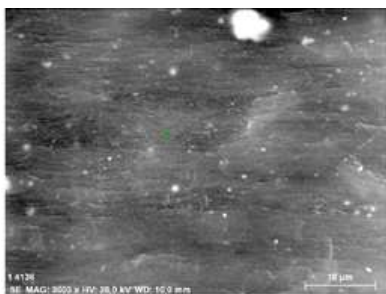


Рис. 3. Поверхность изоляции образца 1

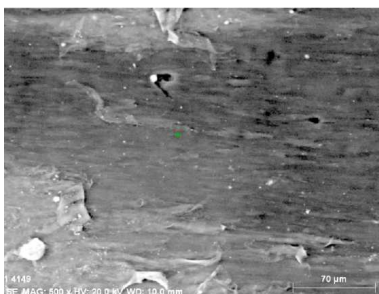


Рис. 4. Поверхность изоляции образца 6

Для определения присутствия микротрещин в изоляции были отобраны образцы 1 (эталонный) и 6 (участок, расположенный на расстоянии 50 мм от места электрического пробоя). Исследованию подвергалась поверхность изоляции. Структура поверхности изоляционных исследуемых образцов представлена на рис. 3, 4.

Вывод. Поверхность изоляции образца 1 (см. рис. 3) не имеет видимых дефектов, поверхность однородная. На поверхности изоляции

образца 6 (см. рис. 4) есть небольшие полости, повреждения, рыхлости. Данные нарушения целостности изоляции приводят к снижению сопротивления к пробоем в процессе эксплуатации кабеля.

Библиографический список

1. Хабас Т.А. Термогравиметрический метод анализа силикатных материалов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – 20 с.
2. Discovery TGA: руководство о начале работы. – 2011. – 15 с.
3. ГОСТ 29127–91. Пластмассы. Термогравиметрический анализ полимеров. Метод сканирования по температуре.
4. Фризен А.Н. Обеспечение показателей надежности нефтепугружных кабелей на стадии изготовления и в процессе эксплуатации: дис. ... канд. техн. наук. – Томск, 2002. – 127 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТРЕХСЛОЙНОГО ТЕЧЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ РАСПЛАВОВ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНЫХ ПАКЕТОВ ANSYS FLUENT И ANSYS CFX

Студент гр. КТЭИ-10 А.В. Бондаренко

Научные руководители: д-р техн. наук, профессор *Н.М. Труфанова*,
ассистент *М.В. Бачурина*

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Данная статья посвящена определению полей скоростей, плотностей и границ раздела потоков полимеров с различными физико-реологическими свойствами при совместном наложении трех слоев полимерного покрытия. Реализация сформулированной математической модели стратифицированного течения осуществлялась с помощью численного метода конечных элементов в программных пакетах ANSYS Fluent и ANSYS CFX. Актуальность разработки математической модели заключается в возможности регулирования границ раздела сред путем варьирования значений расходов материалов с целью обеспечения заданных толщин слоев, что, в свою очередь, позволяет уменьшить количество брака и повысить качество изоляции

Постановка задачи. Рассматривался процесс течения трех полимерных несмешиваемых жидкостей в сходящемся канале кабельной головки [1].

Схема расчетной области трехслойного потока полимерных жидкостей представлена на рис. 1.

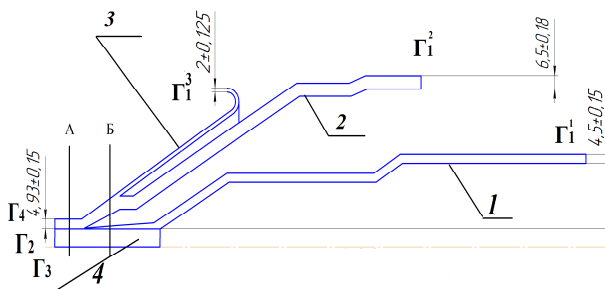


Рис. 1. Схема расчетной области трехслойного потока полимерных жидкостей:
1 – первый слой полимера; 2 – второй слой полимера; 3 – третий слой полимера;
4 – фрагмент дорна; А, В – сечения

Первый расплав полимера с объемным расходом Q_1 подается на входе Γ_1^1 , второй – на входе Γ_1^2 с расходом Q_2 , третий на входе Γ_1^3 с расходом Q_1 . После схождения потоков образуется совместное течение жидкостей с границей разделения потоков Γ_3 и Γ_4 . Γ_2 – граница выхода трех потоков.

В работе были сделаны следующие допущения: 1) процесс стационарный; 2) среда несжимаемая; 3) теплофизические характеристики постоянны; 4) жидкости несмешиваемые.

Математическое описание процесса стратифицированного неизотермического течения полимеров основано на законах сохранения [2].

С учетом сделанных допущений система дифференциальных уравнений для каждого из слоев потока примет следующий вид:

Уравнение неразрывности с учетом допущений модели

$$\frac{1}{r} \frac{\partial(r \cdot v_r)}{\partial r} + \frac{\partial v_z}{\partial z} = 0. \quad (1)$$

Уравнения движения с учетом допущений модели

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial r} \left(2\mu_3^i \cdot \frac{\partial(v_r)}{\partial r} \right) + \frac{2\mu_3^i}{r} \cdot \frac{\partial(v_r)}{\partial r} - \frac{2\mu_3^i v_r}{r^2} + \\ + \frac{\partial}{\partial z} \left[\mu_3^i \left(\frac{\partial(v_z)}{\partial r} + \frac{\partial(v_r)}{\partial z} \right) \right] = \frac{\partial P}{\partial r}, \\ \frac{\partial}{\partial r} \left(\mu_3^i \left(\frac{\partial(v_z)}{\partial r} + \frac{\partial(v_r)}{\partial z} \right) \right) + \frac{\mu_3^i}{r} \left(\frac{\partial(v_z)}{\partial r} + \frac{\partial(v_r)}{\partial z} \right) + \\ + \frac{\partial}{\partial z} \left[2\mu_3^i \cdot \frac{\partial(v_z)}{\partial z} \right] = \frac{\partial P}{\partial z}. \end{aligned} \quad (2)$$

Уравнение энергии с учетом допущений модели

$$\begin{aligned} \rho^i C^i \left(v_r \frac{\partial(T)}{\partial r} + v_z \frac{\partial(T)}{\partial z} \right) = \\ = + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \lambda^i \frac{\partial(T)}{\partial r} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left[\lambda^i \cdot \frac{\partial(T)}{\partial z} \right] + \Phi. \end{aligned} \quad (3)$$

Система уравнений (1)–(3) замыкается реологическим уравнением состояния нелинейно-вязкой жидкости в форме степенного закона

$$\mu_3 = \mu_0 e^{-\beta(T-T_0)} \left(\frac{I_2}{2} \right)^{\frac{n-1}{2}}. \quad (4)$$

В уравнениях (1)–(4) ρ – плотность; P – давление; C – теплоемкость; λ – теплопроводность; Φ – диссипативный источник тепла; r – радиальная цилиндрическая координата; z – продольная цилиндрическая координата; T – температура; μ_3 – эффективная вязкость, являющаяся функцией скорости сдвига и температуры; μ_0 – начальная вязкость при температуре T_0 ; v_r и v_z – компоненты вектора скорости; i – индекс, определяющий номер слоя в потоке и соответствующий ему материал; β – температурный коэффициент вязкости; n – коэффициент аномалии вязкости; I_2 – второй инвариант тензора скоростей деформации.

Граничные условия. На входных участках Γ_1^i задавались прямоугольные эпюры скоростей, рассчитанные из заданного массового расхода. На твердых стенках Γ_5^i задается температура 170 °С, выполняются условия прилипания и непроницаемости [3]. На выходной границе Γ_2^i ставятся условия установившегося потока. Температура стенки 110 °С, температура расплавов полимеров на выходе из экструдеров 150 °С.

Математическая модель. Значения физических констант для трех компонентов потока приведены в таблице [1].

Реологические и теплофизические свойства полимеров

Материал	Начальная вязкость при температуре 433 К, Па·с	Температурный коэффициент вязкости β , К ⁻¹	Показатель аномалии вязкости n	Плотность, кг/м ³	Теплоемкость C , Дж/кг/°С	Теплопроводность λ , Дж/м/с/°С
1	38523	0,0027	0,251	1080	2500	0,182
2	14946	0,0168	0,542	779	2500	0,182
3	38523	0,0027	0,251	1080	2500	0,182

Массовый расход для изоляции равен 0,1558 кг/с, массовый расход для экранов – 0,216 кг/с.

Результаты исследования. На рис. 2 и 3 представлены распределения плотностей и скоростей течения полимерных расплавов, рассчитанные в разных программах.

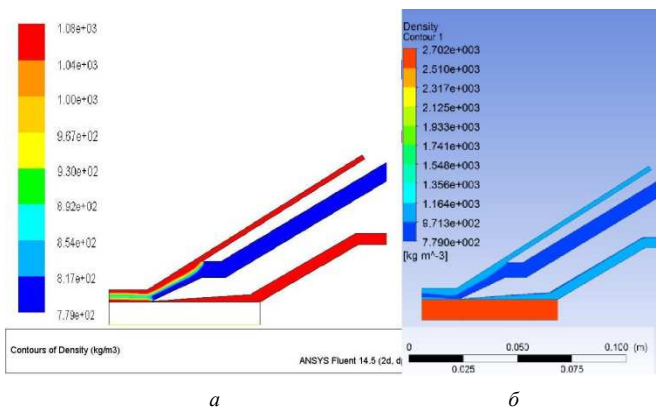


Рис. 2. Распределение плотностей трех полимерных несмешиваемых жидкостей:
a – рассчитанное в программе Fluent; *б* – рассчитанное в программе CFX

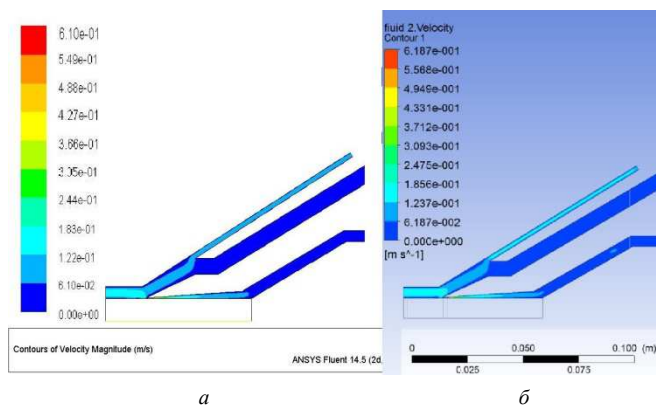


Рис. 3. Распределение скоростей трех полимерных несмешиваемых жидкостей:
a – рассчитанное в программе Fluent; *б* – рассчитанное в программе CFX

Полученные результаты можно рассматривать как верификацию задачи, так как расхождение моделей не превышает 3 %.

На рис. 4 приведены эпюры скоростей полимерных расплавов в вертикальных сечениях каналов, построенные в программе ANSYS Fluent и CFX.

В результате анализа полученных графиков сделаны следующие выводы: в сечении *A* (см. рис. 4) происходит совместное течение трех потоков полимеров, формируется одна эпюра. В сечении *B* (см. рис. 4)

формируются две эпюры, верхняя эпюра – совместное течение материала экрана по изоляции и материала изоляции, нижняя эпюра формируется течением материала экрана по жиле.

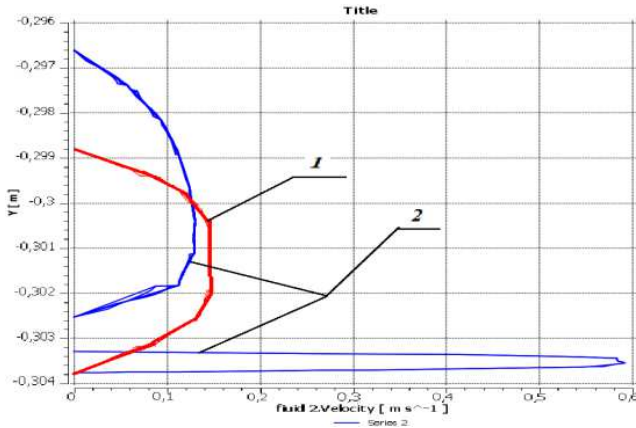


Рис. 4. Распределение скорости в вертикальных сечениях канала для $Q_1 = 0,216$ кг/с, $Q_2 = 0,1558$ кг/с: а – рассчитанное в программе Fluent; б – рассчитанное в программе CFX; 1 – сечение А; 2 – сечение В

Для исследования влияния на толщину слоев массового расхода были проведены численные исследования, результаты которых приведены на графике (рис. 5). Номинальные толщины слоев для рассматриваемого кабеля должны соответствовать заданным параметрам: экран по жиле 0,6 мм, изоляция 3,2 мм и экран по изоляции 0,5 мм.

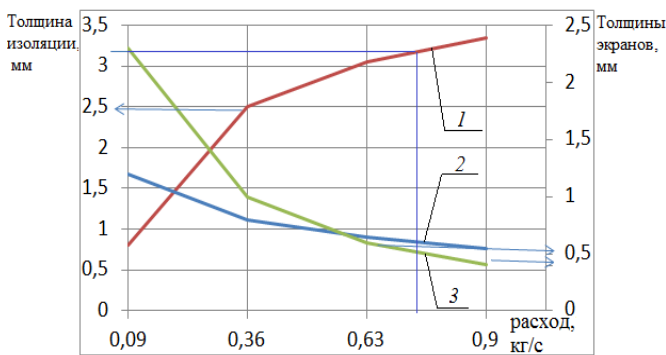


Рис. 5. Изменение толщин слоев материала при изменении расхода материала изоляции: 1 – изоляция; 2 – экран по жиле; 3 – экран по изоляции

При увеличении расхода Q_2 в 10 раз толщина изоляции возросла в 4,3 раза, толщина экрана по жиле уменьшилась почти на 45 %, а толщина экрана по изоляции уменьшилась в 8,3 раза. Значение расходов для экрана по жиле равно 0,12 кг/с, для экрана по изоляции – 0,25 кг/с. При значении расхода 0,997 кг/с толщины полимерных слоев равны номинальным.

Заключение. В результате проведенных исследований была разработана модель процесса совместного течения трех полимерных жидкостей. Произведена оценка влияния некоторых технологических параметров наложения полимерной изоляции на толщины изолирующих слоев. Регулирование данных параметров оказывает влияние на стабильность границ раздела совместных участков течения и значения толщин экструдированных слоев.

Библиографический список

1. Бачурина М.В., Казаков А.В., Труфанова Н.М. Математическое моделирование процесса стратифицированного течения расплавов полимеров в осесимметричной постановке // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Механика. – 2014. – № 2. – С. 102–124.

2. Течение полимеров в отверстиях фильер. Теория, расчет, практика / В.И. Янков, И.О. Глот, Н.М. Труфанова, Н.В. Шакиров. – М.; Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2010. – 368 с.

3. Казаков А.В., Труфанова Н.М. Численные исследования режимов стратифицированного течения и методика управления процессом экструзионного наложения многослойной изоляции // Известия Томск. политехн. ун-та. – 2012. – Т. 320, № 4. – С. 167–171.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ДЛЯ СЛУЧАЯ ПРОКЛАДКИ КАБЕЛЯ ЧЕРЕЗ СТЕНУ ИЛИ ПЕРЕКРЫТИЕ

Студент гр. МЭ-11-16 В.А. Будаен

Научный руководитель – д-р техн. наук, профессор *Н.М. Труфанова*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Целью моделирования процесса теплопроводности в кабельной линии и окружающей среде является проверка необходимых условий эксплуатации кабелей с пластмассовой изоляцией. При прокладке кабельных линий производится проходка через стены и перекрытия зданий как при вводе в здание, так и при внутренней прокладке. Рассмотрев требования к способам прокладки кабелей через стены и перекрытия, можно прийти к выводам, что проход через стены необходимо выполнять в асбестовых или пластмассовых трубах, труба и зазоры должны быть заделаны негорючими материалами [2].

Кабель, проходящий через стену или перекрытие, может занимать различные положения в трубе. Так, на рис. 1 приведены два наиболее распространенных положения, когда кабель лежит на стенке трубы или протянут по ее центру.

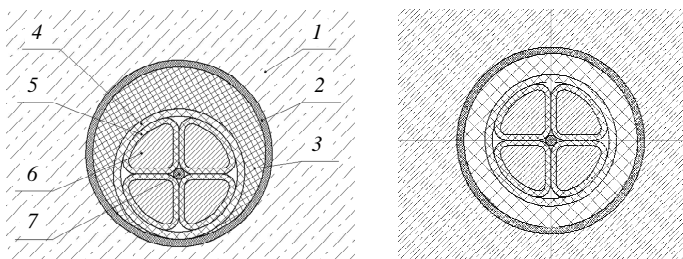


Рис. 1. Проход кабеля АВВГ 4×120 через стены или перекрытия:
1 – стена или перекрытие; 2 – труба; 3 – заделка; 4 – оболочка кабеля;
5 – изоляция; 6 – токопроводящая жила; 7 – кордель

Заделка выполняется цементом с песком по объему 1:10; глиной с песком – 1:3; глиной с цементом и песком – 1,5:1:11; перлитом, вспученным со строительным гипсом, – 1:2 и т.п. по всей толщине стены, перегородки или перекрытия [2].

Процесс теплопроводности в системе кабель – стена (перекрытие) основан на законе сохранения энергии. Сделаны следующие допущения:

- 1) процесс стационарный;
- 2) задача плоская, передачи тепла по оси Z не происходит;
- 3) свойства материалов постоянны.

Процесс теплопроводности описывается следующими уравнениями:

$$\lambda_i \cdot \Delta T = 0, \quad (1)$$

$$\lambda_{ж} \cdot \Delta T + q_v = 0, \quad (2)$$

где λ_i – теплопроводность материалов изоляции, оболочки, заделки, трубы и стены; $\lambda_{ж}$ – теплопроводность материала токопроводящей жилы.

Токопроводящие жилы кабеля имеют внутренний источник тепла

$$q_v = \frac{P}{V} = \frac{I^2 R}{S \cdot l} = \frac{I^2 \rho \frac{l}{S}}{S \cdot l} = \frac{I^2 \rho}{S^2}.$$

Граничные условия:

- 1) градиент температуры на границе расчетной области равен нулю:

$$\left. \frac{\partial T}{\partial r} \right|_{r=R} = 0; \quad (4)$$

- 2) температура в центре кабеля максимальна:

$$\left. \frac{\partial T}{\partial r} \right|_{r=0} = 0. \quad (5)$$

Для реализации математической модели используем программный комплекс ANSYS. Исследуемые объекты в ICEM CFD представлены на рис. 2. Размеры элементов кабеля воспроизведены на основе государственного стандарта [1].

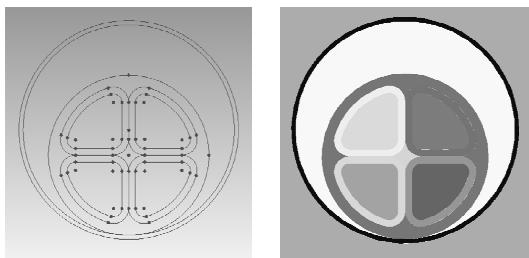


Рис. 2. Создание геометрии в ICEM CFD

Для решения задачи полученная геометрия разбивается на конечные элементы (рис. 3). Размер элементов выбираем равным 0,1 мм что обеспечивает разбиение объекта на 200 тыс. элементов и сходимость. Разбиение на более мелкие элементы нецелесообразно, так как не влияет на конечный результат.

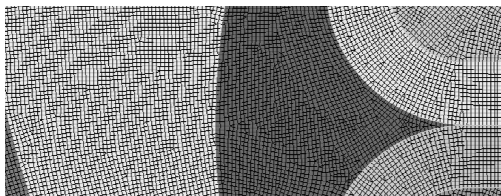


Рис. 3. Разбиение геометрии на конечные элементы

Результаты расчета процесса теплопередачи при использовании различных материалов заделки приведены на рис. 4 и 5.

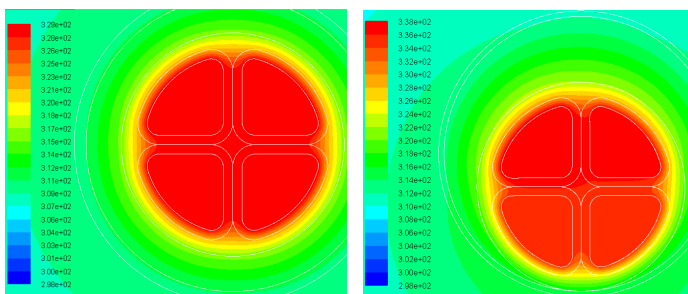


Рис. 4. Температурные поля при токе 244 А и использовании смеси № 1 в качестве заделки

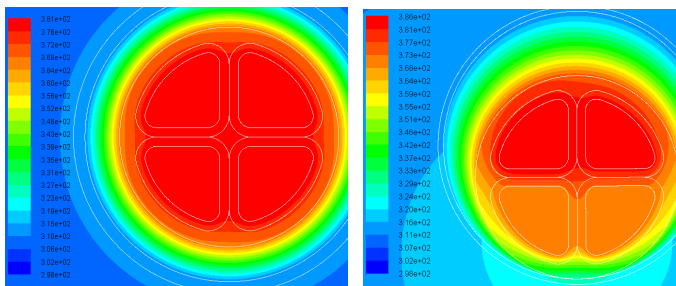


Рис. 5. Температурные поля при токе 244 А и использовании пенопласта в качестве заделки

Зависимости максимальной температуры на поверхности токопроводящих жил от значения тока для различных материалов, в заделке при асимметричной (рис. 6) и симметричной (рис. 7) прокладке.

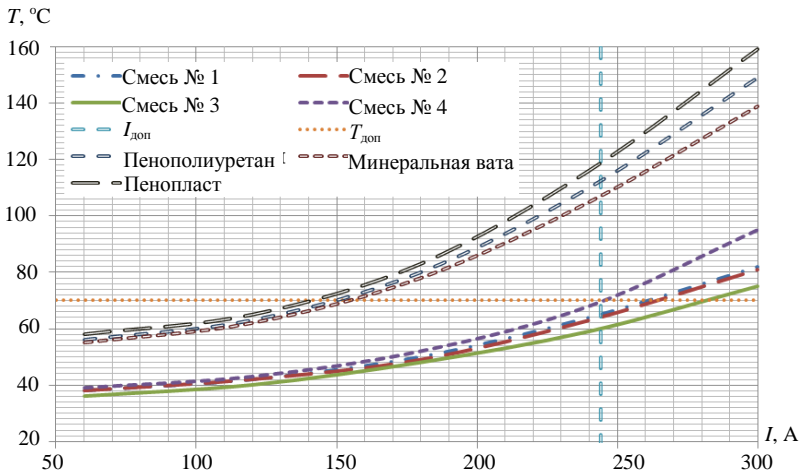


Рис. 6. Зависимость максимальной температуры от тока (асимметричная прокладка)

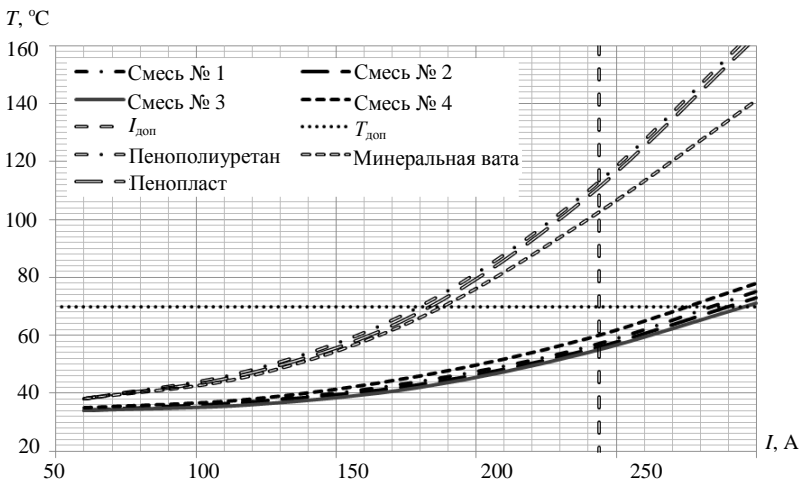


Рис. 7. Зависимость максимальной температуры от тока (симметричная прокладка)

При использовании для заделки негорючих материалов, применение которых предусмотрено строительными нормами и правилами, температура поверхностей токопроводящих жил и их изоляции в зависимости от положения кабеля достигает значений от 54 до 68 °С. Применение смесей, оговоренных в нормативных документах, обеспечивает соблюдение требуемого температурного режима эксплуатации изоляции кабеля, что гарантирует долговечность и нормативный срок службы кабеля.

При использовании в качестве материала для заделки пенополиуретана, пенопласта или минеральной ваты температура токопроводящих жил превышает 100 °С и может достигать 116 °С. При максимально допустимой температуре для поливинилхлоридной изоляции 70 °С повышение температуры приводит к преждевременному старению, образованию дефектов, размягчению, потере механических и электрических свойств. При длительном перегреве изоляции происходит ее ускоренное окисление, изменяется цвет, изоляция теряет пластичность и становится хрупкой.

Кабели, проложенные с нарушениями нормативных условий прокладки, могут эксплуатировать только с пониженной токовой нагрузкой. В рассмотренных случаях необходимо снижать токовую нагрузку до 50 % от длительно допустимой (130–170 А вместо 244 А).

При симметричной прокладке кабеля происходит равномерное распределение температур, максимальная температура токопроводящих жил и изоляции ниже, чем при асимметричной на 5–10 °С. Положение кабеля в заделке влияет на максимальную температуру в допустимых пределах.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 53769–2010. Кабели силовые с пластмассовой изоляцией на номинальное напряжение 0,66; 1 и 3 кВ // Доступ из справ.-правовой системы КонсультантПлюс.
2. СНиП 3.05.06–85. Электротехнические устройства // Доступ из справ.-правовой системы КонсультантПлюс.
3. Еремкин А.И., Королева Т.И. Тепловой режим зданий: учеб. пособие. – М.: АСВ, 2000. – 368 с.
4. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача: учебник для вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергия, 1975. – 488 с.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА В ПРЯМОУГОЛЬНОМ КАБЕЛЬНОМ КАНАЛЕ

Студент гр. КТЭИ-10 Т.В. Гатаулин

Научный руководитель – д-р техн. наук, профессор *Н.М. Труфанова*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Актуальность проблемы. В настоящее время возрастает интерес к использованию силовых кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена. Эта тенденция обусловлена ужесточением требований к эксплуатационным характеристикам кабелей.

Прокладка таких кабелей на территории с плотной инфраструктурой осуществляется в подземных каналах. Однако в большинстве случаев внутреннее пространство подземных сетей используется неэффективно [1]. Величина номинальной токовой нагрузки силовых кабелей зависит от ряда факторов: геометрических параметров кабельных линий и подземного канала, теплофизических характеристик конструктивных элементов кабелей и окружающей среды, условий теплообмена, индуцированных токов в металлических экранах кабелей.

Исследованиям тепловых и электродинамических процессов, протекающих в кабельных линиях и в кабельных каналах, посвящено множество работ, но существующие инженерные методики не позволяют учесть в полной мере влияние вышеперечисленных факторов.

Таким образом, является весьма актуальным исследование процессов сложного теплообмена, электро- и магнитодинамики в кабельном канале, проложенном под землей.

Постановка задачи. Геометрические размеры кабельного канала и расположение кабелей показаны на рис. 1. Вокруг кабельного канала – земля, внутри кабельного канала находится воздух. Кабельная линия состоит из трех кабелей марки ПвП2г 1×150/35-20. Наружный диаметр составляет 36 мм, а диаметр ТПЖ 14 мм. Расстояние между кабелями – 70 мм.

При решении задач учитывались естественная конвекция воздуха, гравитационная составляющая для описания конвективного теплообмена.

Математическая модель движения и теплоперенос воздуха основывается на законах сохранения массы, количества движения и энергии [2].

Допущения: течение ламинарное, теплопроводность материалов постоянна, сложная конструкция изоляции, оболочки и других конструктивных элементов кабеля заменена однородным монолитом из сшитого полиэтилена с усредненными свойствами.

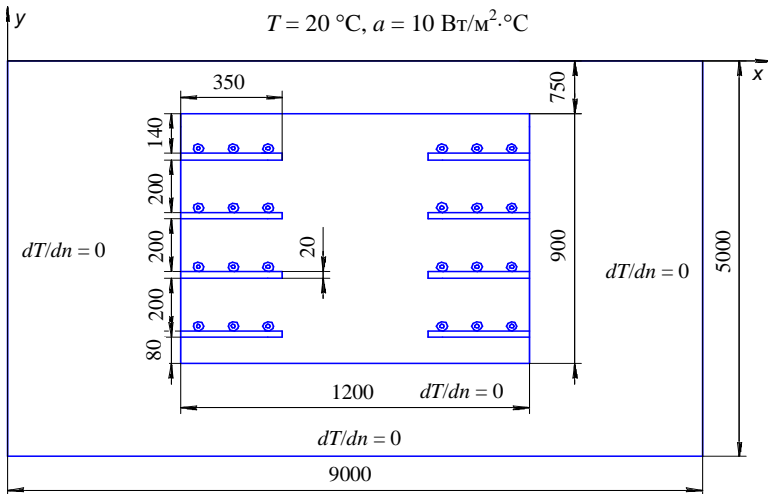


Рис. 1. Геометрические размеры кабельного канала и расположение кабелей

Система дифференциальных уравнений имеет следующий вид:

Уравнение движения

$$\frac{\partial U_x}{\partial \tau} + U_x \frac{\partial U_x}{\partial x} + U_y \frac{\partial U_x}{\partial y} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x} \mu \frac{\partial U_x}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} \mu \frac{\partial U_x}{\partial y}, \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial U_y}{\partial \tau} + U_x \frac{\partial U_y}{\partial x} + U_y \frac{\partial U_y}{\partial y} = \\ = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial x} \mu \frac{\partial U_y}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} \mu \frac{\partial U_y}{\partial y} + \frac{g\beta(T - T_0)}{\rho}. \end{aligned} \quad (2)$$

Уравнение неразрывности

$$\frac{\partial \rho}{\partial \tau} + U_x \frac{\partial \rho}{\partial x} + U_y \frac{\partial \rho}{\partial y} = \rho \left(\frac{\partial U_x}{\partial x} + \frac{\partial U_y}{\partial y} \right). \quad (3)$$

Уравнение энергии для воздуха

$$\rho c \left(\frac{\partial t}{\partial \tau} + U_x \frac{\partial t}{\partial x} + U_y \frac{\partial t}{\partial y} \right) = \frac{\partial}{\partial x} \lambda \frac{\partial t}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} \lambda \frac{\partial t}{\partial y}. \quad (4)$$

Уравнение теплопроводности для кабельных линий

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda \frac{\partial t}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\lambda \frac{\partial t}{\partial y} \right) + q_v = c \rho \frac{\partial t}{\partial \tau}. \quad (5)$$

Уравнение теплопроводности для массива земли

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda \frac{\partial t}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\lambda \frac{\partial t}{\partial y} \right) = c \rho \frac{\partial t}{\partial \tau}. \quad (6)$$

Плотность воздуха зависит от температуры по закону Буссинеска:

$$\rho(T) = \rho_0 [1 - \beta(t - t_0)], \quad (7)$$

где x, y – декартовы координаты; U_x, U_y – компоненты вектора скорости воздуха в канале; t – температура, °C; P – отклонения давления воздуха от гироскопического; g – ускорение свободного падения; ρ, μ – плотность и вязкость воздуха; ρ_0 – плотность воздуха при температуре $t_0 = 20$ °C; q_v – мощность внутреннего источника тепла; β – температурный коэффициент плотности воздуха; λ – теплопроводность материалов.

Граничные условия: для скоростей на поверхности стенки канала и кабелей – непроницаемость и прилипание; на поверхности земли задано граничное условие третьего рода, на остальных границах в массиве земли заданы адиабатические условия теплообмена; на границах контакта разнородных сред задавались граничные условия четвертого рода и условия сопряжения температур [3].

Начальное условие: начальное поле температур в любой точке имеет температуру 20 °C.

Мощность внутреннего источника тепла в токопроводящей жиле и в металлическом экране определяется согласно закону Джоуля–Ленца по формулам

$$q_{v1} = \iint_S \frac{I_1^2}{\sigma_5} dS, \quad (8)$$

$$q_{v2} = \iint_S \frac{I_6^2}{\sigma_5} dS, \quad (9)$$

где I_1, I_6 – номинальный ток жилы и металлического экрана силового кабеля, А; σ_5^1, σ_5^6 – коэффициент удельной электропроводности токопроводящей жилы и металлического экрана силового кабеля, см/м.

Для определения дополнительных тепловых потерь в металлических экранах силового кабеля q_{v2} (9) необходимо рассматривать задачу электро- и магнитодинамики. Допущения: кабель бесконечно длинный; электродинамические характеристики используемых материалов постоянны и изотропны; электромагнитное поле является квазистационарным; электропроводностью массива земли и конструктивными элементами кабельного канала пренебрегаем. Математическая модель электродинамических процессов в кабельных линиях основывается на уравнениях Максвелла. Для векторного магнитного потенциала и плотности тока уравнения имеют следующий вид:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{1}{\mu_1} \frac{\partial A_z}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{1}{\mu_1} \frac{\partial A_z}{\partial y} \right) - j\omega\sigma^1 A_z + J^{1S} = 0, \quad (10)$$

$$-j\omega\sigma^1 A_z + J^{1S} = J^1, \quad (11)$$

$$\iint_{S^1} J^1 = I_h, \quad h = a, b, c, \quad (12)$$

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{1}{\mu_6} \frac{\partial A_z}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{1}{\mu_6} \frac{\partial A_z}{\partial y} \right) - j\omega\sigma^6 A_z + J^{6S} = 0, \quad (13)$$

$$-j\omega\sigma^6 A_z + J^{6S} = J^6, \quad (14)$$

$$\iint_{S^6} J^6 dS = I^6, \quad (15)$$

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{1}{\mu_5} \frac{\partial A_z}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{1}{\mu_5} \frac{\partial A_z}{\partial y} \right) = 0, \quad (16)$$

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{1}{\mu_i} \frac{\partial A_z}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{1}{\mu_i} \frac{\partial A_z}{\partial y} \right) = 0, \quad (17)$$

где x, y – декартовы координаты; j – мнимая единица; ω – круговая частота, рад/с; A_z – компонента векторного магнитного потенциала, Вб/м; J^{1S}, J^{6S} – плотность тока в токопроводящей жиле и в экране силового

кабеля соответственно, A/m^2 ; μ_1, μ_6, μ_5 – магнитная проницаемость токопроводящей жилы, экрана силового кабеля, воздуха соответственно, Гн/м; $h = a, b, c$ – фазы токопроводящих жил; σ^1, σ^6 – коэффициент удельной электропроводности токопроводящей жилы, металлического экрана кабеля, см/м; I_h, I^6 – ток в токопроводящей жиле кабеля и в металлическом экране соответственно, А; S^1, S^6 – площадь поперечного сечения токопроводящей жилы и экрана кабеля соответственно, m^2 .

Результаты расчета. Температурное поле в кабельном канале при прохождении тока 250 А по всем линиям изображено на рис. 2.

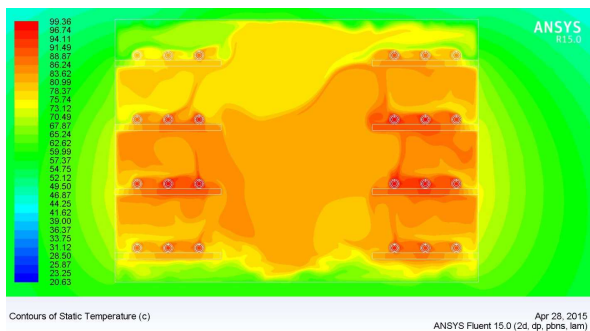


Рис. 2. Температурное поле в кабельном канале при прохождении тока 250 А по всем линиям

Температурное поле в кабельном канале при сниженной токовой нагрузке изображено на рис. 3.

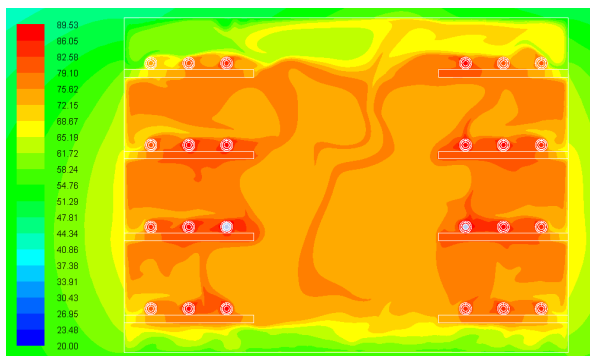


Рис. 3. Температурное поле в кабельном канале при сниженной токовой нагрузке

Вывод. На рис. 2 видно, что кабельные линии, находящиеся ближе к центру кабельного канала, имеют наибольшую температуру. Это обусловлено тем, что в центре канала затруднен теплоотвод от кабелей. Максимальная температура изоляции составила 99,36 °С. При таком значении температуры данный вид изоляции не может работать длительное время. Для того чтобы не произошел пробой изоляции, необходимо снизить токовую нагрузку на линиях с максимальной температурой.

Библиографический список

1. Снижение затрат при капитальном строительстве кабельных сооружений // Кабель-news. – 2014. – № 1. – С. 34–35.
2. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. – М.: Наука, 1973. – 848 с.
3. Теплопередача: учеб. пособие / А.Г. Щербинин, В.В. Черняев. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. – 120 с.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ НАПРЯЖЕНИЕМ 0,4 кВ

Студент гр. КТЭИ-10 А.В. Гуцин

Научный руководитель – д-р техн. наук, профессор А.Г. Щербинин
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Одним из факторов, влияющих на пропускную способность кабельных линий, является способ их прокладки.

Существует два способа прокладки кабелей: в одной плоскости или в пучке. В данной работе проверилась возможность использования первого и второго способа прокладки под различной нагрузкой с целью сравнения их работоспособности.

Модель была построена для линии из проводов ПВСнг2×1,5+1×1,5-0,4 кВ. Провода расположены на воздухе и находятся под нагрузкой 3, 6, 9, 12, 16 А. Расположение кабелей и размеры расчетной области приведены на рис. 1 и 2.

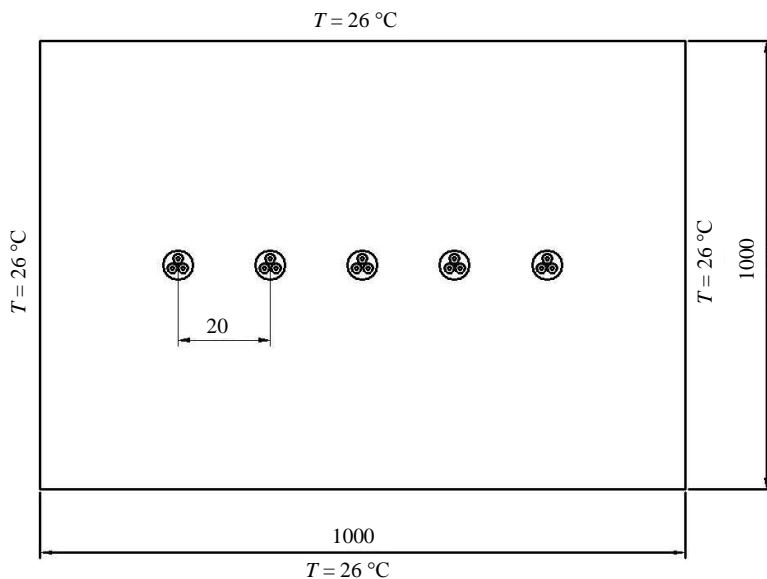


Рис. 1. Геометрические размеры и граничные условия расчетной области для прокладки в одной плоскости

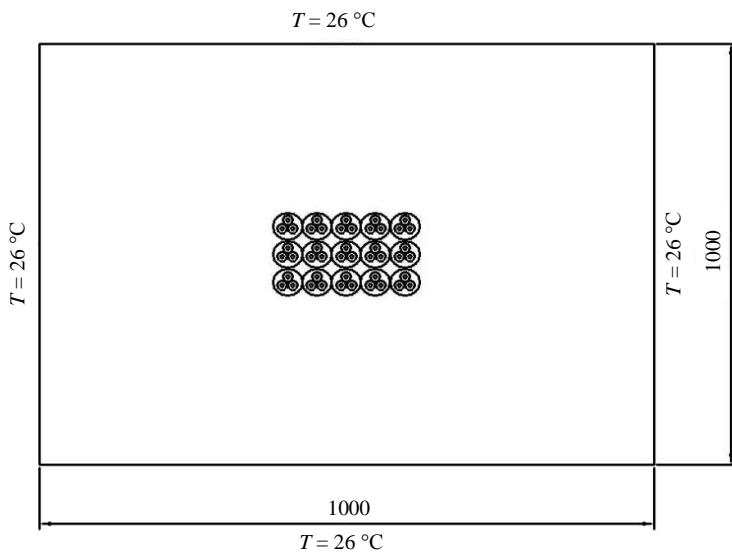


Рис. 2. Геометрические размеры и граничные условия расчетной области для прокладки в пучке

При прокладке в плоскости расстояние между центрами кабелей 20 мм, при прокладке в пучке – 7 мм.

Кабель состоит из медной токопроводящей жилы, изоляции из ПВХ-пластиката, оболочки из ПВХ-пластиката. Жилы сечением 1 мм^2 , диаметр по изоляции 2,4 мм, наружный диаметр 6,7 мм (рис. 3).

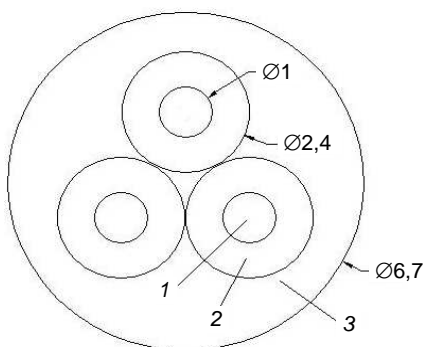


Рис. 3. Конструкция кабеля: 1 – токопроводящая жила, 2 – ПВХ-изоляция; 3 – ПВХ-оболочка

При решении задачи учитывается естественная конвекция воздуха в расчетной области, лучистый теплообмен.

Математическая модель движения и теплообмена воздуха основывается на законах сохранения массы, количества движения и энергии [1, 2].

Были сделаны следующие допущения: задача стационарная, двухмерная; воздушная среда несжимаема. В канале реализуется ламинарный режим движения воздуха. Сложная конструкция изоляции, оболочка кабеля, покрывающие токопроводящую жилу, была заменена однородным ПВХ-монолитом. В рассматриваемом диапазоне изменения температур теплофизические свойства ПВХ-пластиката постоянны.

С учетом сделанных допущений система дифференциальных уравнений в двумерной стационарной постановке, описывающих процесс теплопереноса в расчетной области, примет следующий вид:

уравнения движения

$$U_x \frac{\partial U_x}{\partial x} + U_y \frac{\partial U_x}{\partial y} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x} \eta \frac{\partial U_x}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} \eta \frac{\partial U_x}{\partial y}; \quad (1)$$

$$U_x \frac{\partial U_y}{\partial x} + U_y \frac{\partial U_y}{\partial y} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial x} \eta \frac{\partial U_y}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} \eta \frac{\partial U_y}{\partial y} + \frac{g}{\rho}; \quad (2)$$

уравнение неразрывности для несжимаемой среды

$$\frac{\partial U_x}{\partial x} + \frac{\partial U_y}{\partial y} = 0; \quad (3)$$

уравнение энергии

$$\rho C_p \left(U_x \frac{\partial t}{\partial x} + U_y \frac{\partial t}{\partial y} \right) = \frac{\partial}{\partial x} \lambda \frac{\partial t}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} \lambda \frac{\partial t}{\partial y}, \quad (4)$$

где x, y – декартовы координаты; U_x, U_y – компоненты вектора скорости воздуха в канале; P – отклонение давления воздуха от гидростатического; t – температура, °C; C_p – удельная теплоемкость воздуха, $C_p = 1,005$ кДж/(кг·°C); g – ускорение свободного падения, $g = 9,8$ м/с²; ρ – плотность воздуха, кг/м³; λ – коэффициент теплопроводности, $\lambda = 0,0242$ Вт/(м·°C); η – кинематическая вязкость,

$$\eta = \frac{\mu}{\rho}, \quad (5)$$

где μ – коэффициент динамической вязкости, $\mu = 1,7894 \cdot 10^{-5}$ Па·с.

Плотность воздуха зависит от температуры по закону Буссинеска:

$$\rho(t) = \rho_0[1 - \beta(t - t_0)]. \quad (6)$$

Конвективный теплообмен между кабелями и стенками дополняется теплообменом излучением между сегментами поверхностей, являющимися границами области, занятой в данном пространстве воздухом. Воздух трактуется как прозрачная среда, не поглощающая тепловое излучение, а граничные поверхности, участвующие в теплообмене, как серые поверхности.

Система уравнений, описывающая процессы сложного теплообмена воздуха в расчетной области с учетом теплопроводности в кабелях, дополнялась следующими граничными условиями:

- для скоростей ставится граничное условие на поверхности стенки расчетной области и кабелей – непроницаемость и прилипание;
- на границах контакта разнородных сред задавались граничные условия четвертого рода и условия сопряжения температур.

Поставленная задача (1)–(6) решалась численно методом конечных элементов в среде инженерных расчетов ANSYS Fluent. В результате были получены температурные поля, показанные на рис. 4 и 5, а также графики зависимости температуры от пропускаемого тока, изображенные на рис. 6.

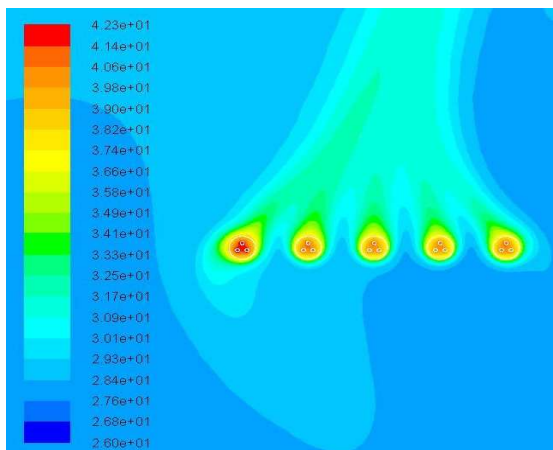


Рис. 4. Температурное поле кабелей при прокладке в одной плоскости и токе 9 А

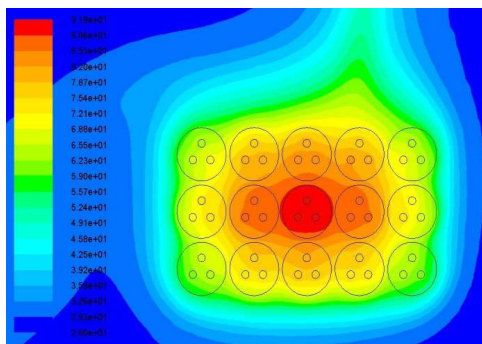


Рис. 5. Температурное поле кабелей при прокладке в пучке и токе 9 А

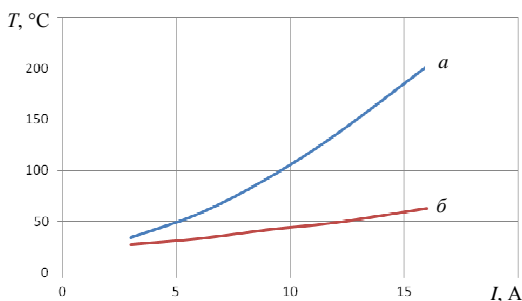


Рис. 6. Зависимость температуры кабеля от пропускаемого тока при прокладке: *a* – в пучке; *б* – в плоскости

При прокладке кабелей в пучке (см. рис. 5) происходит увеличение максимальной температуры, например, при токе в 10 А температура увеличивается в 2,23 раза. Это связано с тем, что ухудшаются условия теплообмена в связи с близким расположением кабелей.

Вывод. При прокладке кабелей в плоскости максимальная температура их нагрева не превышала максимально допустимой во всех исследованных режимах работы, при прокладке в пучке использование некоторых режимов оказалось невозможным, максимальная температура нагрева линии оказалась много выше максимально допустимой.

Библиографический список

1. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. – М.: Наука, 1973. – 848 с.
2. Исаченко В.П. Теплопередача: учебник для вузов. – М.: Энергия, 1975. – 488 с.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ И РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИИ МНОГОВОЛОЧНЫХ ТПЖ 1-ГО–2-ГО КЛАССА ГИБКОСТИ ИЗ СЕГМЕНТНЫХ ПРОВОЛОК

Студент гр. КТЭИ-11-16 С.В. Кичанов

Научный руководитель – старший преподаватель О.А. Попов
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

На современном этапе развития промышленности экономия материала является важным фактором производства, в связи с чем становится актуальным и целесообразным использование новых конструкций. Предлагается использование конструкции многопроволочной ТПЖ из сегментных проволок (рис. 1, а). Для сравнения возьмем ТПЖ с круглыми проволоками (рис. 1, б, в).

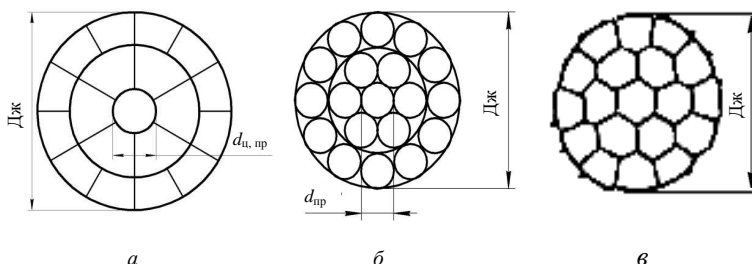


Рис. 1. Сечение жилы: а – сегментной; б – круглой неуплотненной;
в – круглой уплотненной

Расчет геометрических размеров ТПЖ из сегментных проволок. Порядок расчета:

1. Уточним конструкцию жилы, опираясь на ГОСТ 22483–77 «Жилы токопроводящие медные и алюминиевые для кабелей, проводов и шнуров».

Выберем номинальное сечение $S = 70 \text{ мм}^2$, число повивов $N = 2$, скрутка с одной проволокой в центре: $1 + 6 + 12$.

Выберем диаметр центральной проволоки $d_{ц.пр} = 2,52 \text{ мм}$.

2. Определяем сечение центральной проволоки

$$S_{ц.пр} = \frac{\pi d_{ц.пр}^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 2,52^2}{4} = 4,99 \text{ мм}^2. \quad (1)$$

3. Уточним расчетное сечение для первого повива:

$$S_p = \frac{\rho \cdot l \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_g}{R_{\text{ГОСТ}}} = \frac{0,0175 \cdot 1000 \cdot 1,018 \cdot 1,034 \cdot 1}{0,524} = 35,154 \text{ мм}^2, \quad (2)$$

где ρ – удельное электрическое сопротивление материала проволок, Ом·мм²/м; l – длина кабеля, $l = 1000$ м; k_1, k_2 – коэффициенты укрутки проволок в жилу и жил в кабель; k_g – коэффициент, учитывающий увеличение электрического сопротивления при уплотнении жил, $k_g = 1,004$; так как такую жилу не уплотняем, то коэффициентом можно пренебречь; $R_{\text{ГОСТ}}$ – максимально допустимое сопротивление жил кабеля заданного номинального сечения (ГОСТ 22483–77), $R_{\text{ГОСТ}} = 0,524$ Ом/м.

4. Определим сечение проволоки:

$$S_{\text{пр}} = \frac{S_p - S_{\text{ц.пр}}}{n} = \frac{35,154 - 4,99}{6} = 5,03 \text{ мм}^2, \quad (3)$$

где n – количество проволок в повиве.

5. Уточним расчетное сечение для второго повива.

Воспользуемся формулой (2), заменим лишь сопротивление, $R_{\text{ГОСТ}} = 0,268$ Ом/м:

$$S_p = \frac{0,0175 \cdot 1000 \cdot 1,018 \cdot 1,034 \cdot 1}{0,268} = 68,734 \text{ мм}^2.$$

6. По формуле (3) рассчитаем сечение проволоки:

$$S_{\text{пр}} = \frac{68,734 - 35,154}{12} = 2,798 \text{ мм}^2.$$

7. Рассчитаем конструкцию одной проволоки сегментной формы:

А) Для первого повива (рис. 2).

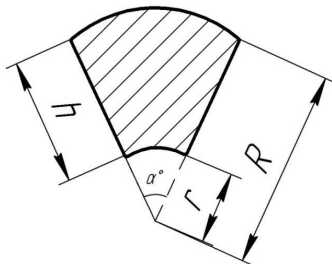


Рис. 2. Сечение проволоки в разрезе

Нам необходимо найти внешний радиус R и высоту h . Воспользуемся формулой для нахождения площади проволоки:

$$S_{\text{пр}} = \frac{\pi(R^2 - r^2)}{n}, \quad (4)$$

где n – количество проволок в повиве.

Преобразуем в формулу для нахождения радиуса R :

$$R = \sqrt{\frac{nS + \pi r^2}{\pi}}, \quad (5)$$

где r – это половина диаметра центральной проволоки (сердечника),

$$r = \frac{d_{\text{ц.пр}}}{2} = \frac{2,52}{2} = 1,26 \text{ мм.} \quad (6)$$

Вычислим радиус

$$R = \sqrt{\frac{6 \cdot 5,03 + 3,14 \cdot 1,26^2}{3,14}} = 3,35 \text{ мм.}$$

Высоту найдем из разности радиусов.

$$h = R - r = 3,35 - 1,26 = 2,09 \text{ мм.} \quad (7)$$

Б) Для второго повива (рис. 3).

Аналогично предыдущему расчету вычислим радиус сегмента проволоки второго повива.

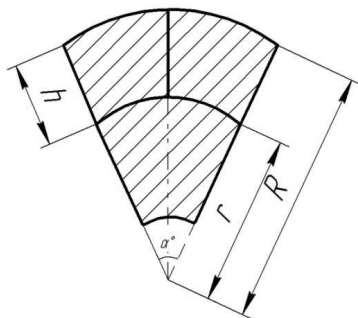


Рис. 3. Сечение проволоки

Во втором повиве $n = 12$ проволок, $S_{\text{пр}} = 2,798 \text{ мм}^2$; r будет равен внешнему радиусу на предыдущем повиве, $r = 3,35 \text{ мм}$.

Подставим в формулу (5) и получим

$$R = \sqrt{\frac{12 \cdot 2,798 + 3,14 \cdot 3,35^2}{3,14}} = 4,68 \text{ мм}; \quad h = R - r = 4,68 - 3,35 = 1,33 \text{ мм.}$$

Вычислим диаметр жилы

$$D_{\text{ж}} = 2R = 2 \cdot 4,68 = 9,36 \text{ мм.} \quad (8)$$

Рассчитаем массу токопроводящей жилы

$$m = S_{\text{ж}} \cdot l \cdot k_y \cdot \rho, \quad (9)$$

$$m = 68,734 \cdot 10^{-6} \cdot 1 \cdot 1,026 \cdot 8900 = 0,6276 \text{ кг.}$$

2. Расчет конструкции ТПЖ из круглых проволок. Порядок расчета:

1. Уточним конструкцию жилы: $S = 70 \text{ мм}^2$, число повивов $N = 2$, скрутка нормальная повивная: $1 + 6 + 12$.

2. Уточним расчетное сечение. $R_{\text{ГОСТ}} = 0,268$.

Вспользуемся формулой (2):

$$S_p = \frac{0,0175 \cdot 1000 \cdot 1,018 \cdot 1,034 \cdot 1,004}{0,268} = 69,009 \text{ мм}^2.$$

3. Вычислим сечение проволоки

$$S_p = \frac{S_p}{N} = \frac{69,009}{17} = 4,06 \text{ мм}^2. \quad (10)$$

4. Вычислим диаметр проволоки

$$d_{\text{пр}} = \sqrt{\frac{4 \cdot S_{\text{пр}}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 4,06}{3,14}} = 2,27 \text{ мм.} \quad (11)$$

5. Диаметр по первому повиву

$$D_2 = (2 \cdot 2 - 1) \cdot 2,27 = 6,8 \text{ мм.} \quad (12)$$

6. Вычислим диаметр уплотненной жилы

$$D_{\text{уп.ж}} = (2n - 1)d_{\text{пр}} = (2 \cdot 3 - 1) \cdot 2,27 = 11,37 \text{ мм.} \quad (13)$$

7. Вычислим диаметр неуплотненной жилы

$$D_{\text{неуп.ж}} = D_{\text{уп.ж}} \cdot k_3 = 11,37 \cdot 0,85 = 9,66 \text{ мм.} \quad (14)$$

8. По формуле (9) найдем массу жилы

$$m = 69,009 \cdot 10^{-6} \cdot 1 \cdot 1,026 \cdot 8900 = 0,6301 \text{ кг.}$$

Следовательно, $D_{\text{уп.ж}} = 11,37 \text{ мм}$, $D_{\text{неуп.ж}} = 9,66 \text{ мм}$,

$D_{\text{ж}} = 9,36 \text{ мм}$. Масса круглой жилы на 1 м составит 0,6301 кг, масса жилы с сегментными проволоками на 1 м равняется 0,62276 кг.

Исходя из вышеприведенных данных следует вывод о целесообразности использования этой конструкции в производстве.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЯЗКОСТИ ПОЛИМЕРА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ И СКОРОСТИ СДВИГА

Студент гр. КТЭИ-10 С.А. Лобов

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент А.В. Казаков
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

При моделировании технологических процессов изначально требуется получить данные о свойствах материалов экспериментальным путем, а затем, основываясь на полученных результатах, проводить исследования. Следует отметить, что на сегодняшний день в открытой литературе опубликован целый ряд работ по исследованию реологических и теплофизических свойств полимеров [1, 2]. Однако недостаточно полно представлены практические рекомендации, позволяющие перейти от натурального эксперимента к моделированию реальных технологических процессов.

Таким образом, представляет научный интерес и является весьма актуальной разработка универсального подхода по совмещению эксперимента и численного исследования.

Научной новизной работы является описание практических рекомендаций, которые позволят, используя современное оборудование и математическое моделирование, спрогнозировать скрытые особенности поведения материала в реальных технологических процессах.

Практическая значимость. Использование предложенных практических рекомендаций позволит сократить временные и материальные затраты на производстве при изучении технологических процессов, связанных с переработкой полимеров.

Цель работы – разработать подход, который позволит использовать данные натуральных экспериментов при математическом моделировании технологических процессов.

Задачи исследования:

- разработать математические модели течения полимера между плоскостями ротационного реометра и процесса плавления;
- провести численные исследования;
- осуществить сравнительный анализ результатов, полученных экспериментальным и численным методами.

Методы исследования. При решении перечисленных задач использовалась теория по реологии и фазовым переходам, натурные эксперименты и методы математического моделирования.

Постановка задачи. На первом этапе строится математическая модель процесса движения полимера между плоскостями ротационного вискозиметра при постоянной температуре (рис. 1).

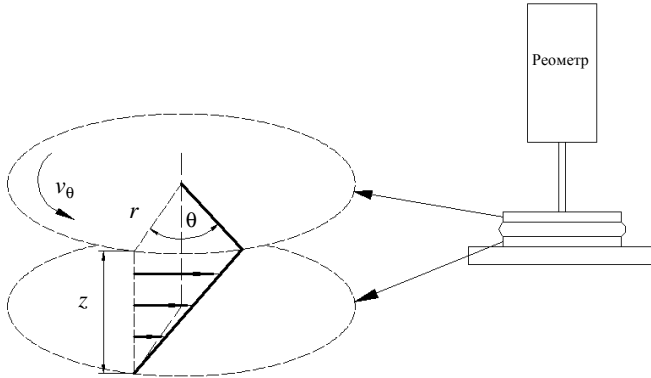


Рис. 1. Схема динамических испытаний на ротационном реометре

Уравнения движения получают на основе закона сохранения главного вектора количества движения [3]:

$$\begin{aligned} \rho \left(\frac{\partial v_r}{\partial t} + v_r \frac{\partial v_r}{\partial r} + \frac{v_\theta}{r} \cdot \frac{\partial v_r}{\partial \theta} - \frac{v_\theta^2}{r} + v_z \frac{\partial v_r}{\partial z} \right) = \\ = -\frac{\partial P}{\partial z} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial(r \cdot \tau_{rr})}{\partial r} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial \tau_{r\theta}}{\partial \theta} - \frac{\tau_{\theta\theta}}{r} + \frac{\partial \tau_{rz}}{\partial z}, \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \rho \left(\frac{\partial v_\theta}{\partial t} + v_r \frac{\partial v_\theta}{\partial r} + \frac{v_\theta}{r} \cdot \frac{\partial v_\theta}{\partial \theta} - \frac{v_\theta \cdot v_r}{r} + v_z \frac{\partial v_\theta}{\partial z} \right) = \\ = -\frac{1}{r} \cdot \frac{\partial P}{\partial \theta} + \frac{1}{r^2} \cdot \frac{\partial(r \cdot \tau_{r\theta})}{\partial r} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial \tau_{\theta\theta}}{\partial \theta} + \frac{\partial \tau_{\theta z}}{\partial z}, \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \rho \left(\frac{\partial v_z}{\partial t} + v_r \frac{\partial v_z}{\partial r} + \frac{v_\theta}{r} \cdot \frac{\partial v_z}{\partial \theta} + v_z \frac{\partial v_z}{\partial z} \right) = \\ = -\frac{\partial P}{\partial z} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial(r \cdot \tau_{rz})}{\partial r} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial \tau_{\theta z}}{\partial \theta} + \frac{\partial \tau_{zz}}{\partial z}, \end{aligned} \quad (3)$$

где ρ – плотность материала, кг/м^3 ; r – радиус цилиндрической модели, м; v_z, v_θ, v_r – компоненты скорости в цилиндрической системе координат, м/с; $\tau_{rr}, \tau_{\theta\theta}, \tau_{zz}, \tau_{r\theta}, \tau_{rz}, \tau_{\theta r}$ – компоненты тензора напряжений.

Реологические уравнения состояния

$$\tau_{rr} = 2\eta \frac{\partial v_r}{\partial r}, \quad (4)$$

$$\tau_{\theta\theta} = 2\eta \left(\frac{1}{r} \cdot \frac{\partial v_\theta}{\partial \theta} + \frac{\partial v_r}{r} \right), \quad (5)$$

$$\tau_{zz} = 2\eta \frac{\partial v_z}{\partial z}, \quad (6)$$

$$\tau_{r\theta} = \eta \left(r \frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{v_\theta}{r} \right) + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial v_r}{\partial \theta} \right), \quad (7)$$

$$\tau_{rz} = \eta \left(\frac{\partial v_z}{\partial r} + \frac{\partial v_r}{\partial z} \right), \quad (8)$$

$$\tau_{\theta z} = \eta \left(\frac{\partial v_\theta}{\partial z} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial v_z}{\partial \theta} \right). \quad (9)$$

Поскольку реальные процессы течения и теплообмена вязкой среды чрезвычайно сложны, для упрощения математической модели, описывающей эти процессы, введем ряд допущений:

- свойства материала однородны и изотропны;
- отсутствуют внутренние источники тепла (пренебрегаем выделением тепла за счет диссипации);
- теплофизические параметры материала постоянны, кроме вязкости (зависит от скорости сдвига);
- процесс изотермический;
- ламинарное течение;
- задача осесимметричная;
- отсутствие проскальзывания;
- отсутствие физических или химических изменений в образце в процессе испытания;
- объемные силы во много раз меньше поверхностных;
- $\frac{\partial P}{\partial r} = -\frac{\partial P}{\partial z} = 0$.

Скорость является функцией только трех переменных: времени и двух пространственных координат (r и z). Следовательно, все

производные скорости по угловой координате равны 0. Кроме того, только v_θ является не нулевой компонентой скорости. Поскольку давление в данной задаче не учитывается, $\frac{\partial P}{\partial r} = -\frac{\partial P}{\partial z} = 0$, с учетом реологических уравнений состояния и сделанных допущений в цилиндрической системе координат математическая модель выглядит следующим образом:

$$\rho \frac{\partial v_\theta}{\partial t} = \eta \left(3 \cdot \frac{\partial}{\partial r} \cdot \left(\frac{v_\theta}{r} \right) + r \cdot \frac{\partial^2}{\partial r^2} \cdot \left(\frac{v_\theta}{r} \right) + \frac{\partial^2 v_\theta}{\partial z^2} \right), \quad (10)$$

$$\eta = \eta_0 \cdot \dot{\gamma}^{n-1} \cdot \exp\left(\frac{E}{RT}\right). \quad (11)$$

Уравнение (10) необходимо дополнить условиями однозначности.

Начальные условия: угловая скорость в начальный момент времени $t = 0$

$$v_\theta \Big|_{t=0} = 0 \text{ м/с}. \quad (12)$$

Граничные условия: угловая скорость (м/с) в каждый момент времени $t = t_n$

$$v_\theta(r, t) \Big|_{z=h} = F_1, \quad (13)$$

где $F_1 = f(t)$ – функция по времени,

$$f(t) = v_l \cdot \sin(2\pi f t), \quad (14)$$

где v_l – линейная скорость, м/с; f – частота колебаний ротора вискозиметра, Гц; t – время, с.

Поскольку в пакете ANSYS нет возможности реализации временной зависимости угловой скорости, преобразуем ее в линейную. Для этого необходимо следующее преобразование:

$$v_l = \omega r, \quad (14)$$

где ω – угловая скорость, рад/с, r – радиус модели, м.

Таким образом, уравнение (10), замкнутое условиями однозначности (12)–(15), является математической моделью движения полимера между пластинами ротационного реометра.

Численная реализация. Сравнение с экспериментальными результатами. Используя предложенную математическую модель, проведем численное исследование процесса течения полимера между двумя плоскостями ротационного реометра (см. рис. 1).

В процессе моделирования использовались коэффициенты, полученные экспериментальным путем, позволяющие описать зависимость вязкости от скорости сдвига и температуры.

В результате математического моделирования процесса течения полимера при исследовании вязкости в зависимости от скорости сдвига и температуры было получено следующее распределение вязкости по сечению полимерного слоя (рис. 2). Для того чтобы увидеть, как изменяется вязкость и скорость в объеме, рассчитаем геометрическую модель в плоскости RZ . При проведении данного эксперимента температура во всем объеме была постоянна и равна 423 К, поэтому вводить температуру нет необходимости.

Отклонения значений вязкости, полученных путем численного исследования, от значений, выявленных в ходе натурного эксперимента, не превышают 5 %. Это говорит о достоверности результатов моделирования в пакете ANSYS.

Подводя итоги проделанной работы, можно отметить, что предоставленная математическая модель является адекватной. Таким образом, данный подход может использоваться для моделирования более сложных технологических процессов.

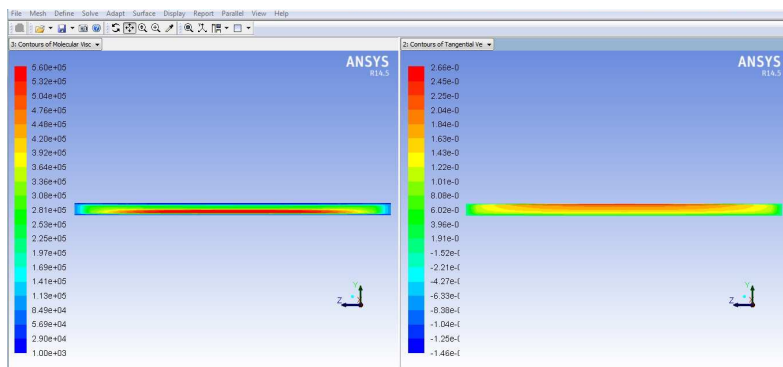


Рис. 2. Распределение вязкости в сечении RZ (слева);
распределение скорости в сечении RZ (справа)

Выводы. Проведено экспериментальное изучение свойств полимера с использованием ротационного реометра, в ходе которого определены необходимые коэффициенты, позволяющие описать зависимость эффективной вязкости от скорости сдвига и температуры при математическом моделировании процесса течения полимера

в пакете ANSYS. На основании исследования можно сделать следующие выводы:

1. По предложенной математической модели, в качестве примера, проведено численное исследование течение полимера между плоскостями ротационного реометра.

2. Проведена проверка адекватности предложенной математической модели путем сравнения расчетных данных с натурным экспериментом.

3. Предложенные практические рекомендации можно использовать при изучении более сложных технологических процессов.

Библиографический список

1. Устинова А.С. Вязкозаметрические течения эластичных неньютоновских сред: дис. ... канд. физ.-мат. наук. – Владивосток, 2011. – 127 с.

2. Мозгова Г.В. Разработка стационарного метода и устройства для определения зависимостей теплопроводности и реологических характеристик неньютоновских жидкостей от скорости сдвига: дис. ... канд. техн. наук. – Тамбов, 2007. – 159 с.

3. Труфанова Н.М. Переработка полимеров: учеб. пособие. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2009. – 159 с.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Студент гр. КТЭИ-11-16 М.Д. Лукин

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *Е.В. Субботин*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

На сегодняшний день активно осваиваются северные области нашей страны, поэтому к кабельным изделиям, которые эксплуатируются в условиях экстремально низких температур, предъявляются повышенные требования морозостойкости [1]. Важнейшее значение при этом имеет стабильность механических характеристик.

При разработке новых холодостойких полимерных композиций неотъемлемой частью является проведение исследования на стойкость к воздействию отрицательных температур, так как многие материалы, гибкие и эластичные в нормальных условиях, при низких температурах становятся хрупкими и жесткими.

Проведение испытаний на уже готовых изделиях связано с большими экономическими и временными затратами, таким образом, возникает необходимость в применения более практичных и быстрых методов исследования материалов на стойкость к воздействиям низких температур.

Для выполнения сравнительного анализа физико-механических параметров электроизоляционных материалов при низких температурах в данной работе использовался динамический механический анализ [2].

Испытания проводились на динамическом механическом анализаторе DMA Q800 (рис. 1) компании TA Instruments, оснащенном растягивающими зажимами (рис. 2).

Для динамического механического анализа были подготовлены образцы в форме пластин шириной 6 мм, длиной 18 мм. Толщина образцов определялась толщиной заготовок. Динамический механический анализ образцов изоляции проводился согласно ASTM D4065-12 в режиме осциллирующих деформаций (приложение к образцам периодических растягивающих усилий с определенной частотой и заданной величиной деформации) на зажимах растяжения с частотой 2 Гц

в температурном диапазоне $+20\dots-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ при скорости охлаждения $5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{мин}$. В результате исследований были построены зависимости модуля упругости образцов от температуры, представленные на рис. 3.



Рис. 1. Внешний вид DMA Q800



Рис. 2. Зажимы растяжения

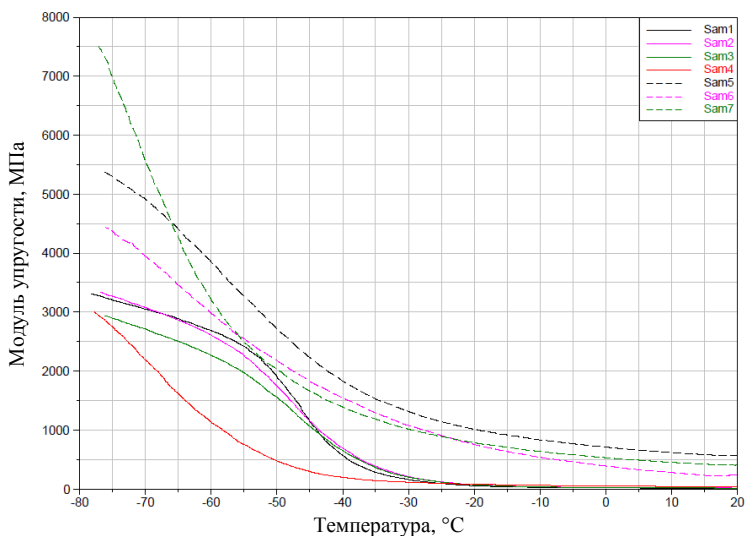


Рис. 3. Зависимости модуля упругости от температуры

Модуль упругости характеризует жесткость материала. Из рис. 3 видно, что полученные температурные зависимости модуля упругости представленных электроизоляционных материалов существенно отличаются как качественно, так и количественно. Сравнительный анализ остальных образцов проводился по значениям модуля упругости при температурах $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$, $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ и их отношению (таблица).

Результаты измерений

Номер образца	E_{+20} , МПа	E_{-60} , МПа	E_{-60}/E_{+20}	$T_{\text{крит}}$, $^{\circ}\text{C}$	$E_{T_{\text{крит}}}$, МПа	$E_{T_{\text{крит}}}/E_{+20}$
1	13	2694,65	207,28	-37,79	406,87	31,30
2	16,27	2614,74	160,71	-35,73	405,13	24,90
3	16,14	2261,57	140,12	-34,62	351,36	21,77
4	40,03	1142,66	28,55	-52,06	581,43	14,52
5	576,51	3839,12	6,66	-34,73	1515,93	2,63
6	243,74	2975,6	12,21	-36,05	1345,61	5,52
7	402,53	3231	8,03	-53,37	2328,52	5,78

Кроме того, была введена критическая температура $T_{\text{крит}}$, которую условно можно рассматривать как минимально допустимую температуру эксплуатации материала. $T_{\text{крит}}$ определялась как точка пересечения двух касательных, проведенных к температурной кривой

модуля упругости (рис. 4). Также для более полной оценки поведения материала в области отрицательных температур необходимо учитывать величину отношения $E_{\text{крит}}/E_{+20}$ (см. таблицу).

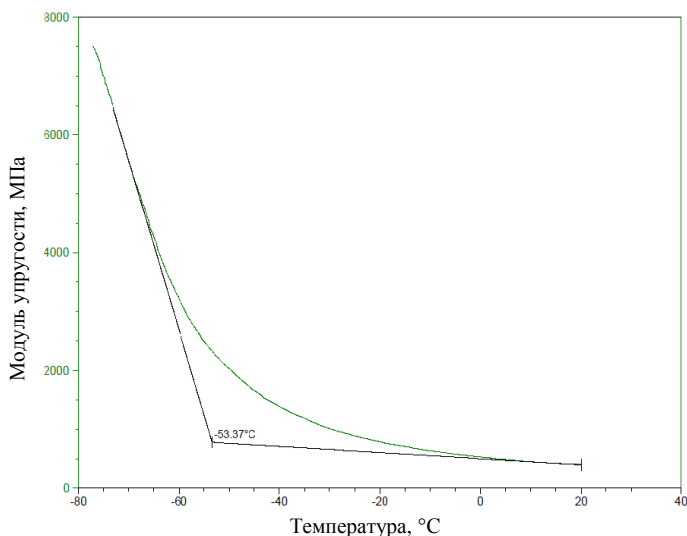


Рис. 4. Определение критической температуры $T_{\text{крит}}$ на примере образца № 7

Сравнительный анализ полученных данных позволил определить наиболее устойчивые к воздействию низких температур полимеры (образцы 4 и 7), которые в дальнейшем могут быть использованы при производстве кабельных изделий, предназначенных для эксплуатации в районах с холодным климатом.

Библиографический список

1. Холодный С.Д., Серебрянников С.В., Боев М.А. Методы испытаний и диагностики в электроизоляционной и кабельной технике. – М.: Изд-во МЭИ, 2009. – 232 с.
2. Шах В. Справочное руководство по испытаниям пластмасс и анализу причин их разрушения. – 3-е изд. / пер. с англ. под ред. А.Я. Малкина. – М., 2013. – 736 с.

РАЗРАБОТКА КОРПОРАТИВНОЙ ТЕЛЕФОННОЙ СЕТИ НА БАЗЕ ЦИФРОВОЙ УАТС

Студент гр. КРЭС-10 В.С. Одинцов

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *В.В. Киселев*

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

В настоящее время на предприятиях активно внедряются цифровые учрежденческие автоматические телефонные станции (УАТС), которые имеют существенные преимущества по сравнению с аналоговыми. Цифровая УАТС позволяет реализовать любые решения, необходимые для обеспечения эффективности бизнес-процессов и повышения производительности крупного предприятия. В статье представлены результаты проектирования корпоративной телефонной сети предприятия. На рис. 1 изображена структурная схема телефонной сети предприятия.

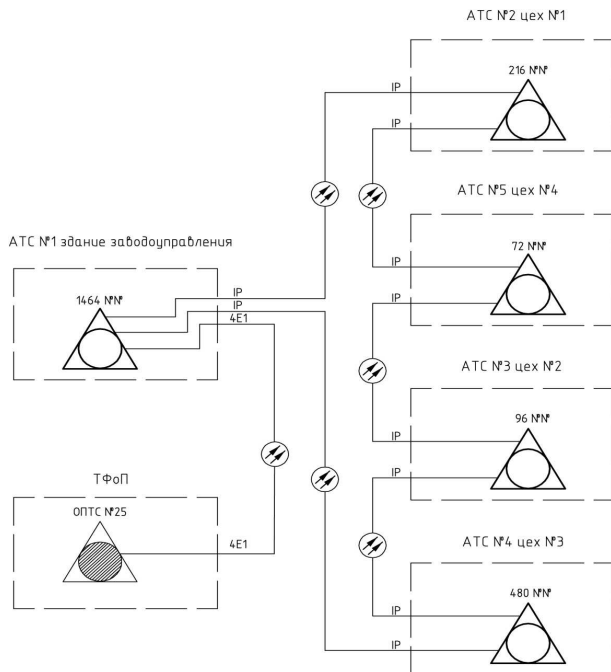


Рис. 1. Структурная схема телефонной сети предприятия

Телефонная сеть предприятия состоит из пяти УАТС. Головная УАТС № 1 соединяется с остальными четырьмя УАТС по существующим волоконно-оптическим линиям связи (ВОЛС) по протоколу IP. Образована кольцевая структура сети, обеспечивающая высокую надежность сети и резервирование. Также головная УАТС подключена к телефонной сети общего пользования (ТФОП) по четырем потокам E1.

На основании анализа современных цифровых УАТС отечественных и зарубежных производителей для организации телефонной связи выбрана УАТС фирмы AVAYA. Выбор произведен по критериям стоимости, качества, надежности, а также функциональным и техническим характеристикам. Отечественные УАТС существенно отстают по уровню технических решений и спектру предоставляемых услуг. В основе отечественных УАТС лежит элементная база зарубежного производства, в связи с чем их стоимость сравнима со стоимостью зарубежных. Среди зарубежных УАТС с данной номерной мощностью стоимость УАТС AVAYA является минимальной, чем объясняется ее лидирующее положение на отечественном рынке в последние годы.

Основой системы типа УАТС AVAYA является шлюз G450 – надежная и защищенная платформа для приложений IP-телефонии, базирующихся на AVAYA Communication Manager. Шлюз G450 имеет восемь слотов, которые могут содержать комбинацию интерфейсных плат для поддержки T1/E1, ISDN-BRI, WAN-интерфейсов или аналоговых телефонов и аналоговых транков. Шлюз G450 имеет следующие характеристики:

- интерфейсы шлюза включают два 10/100/1000 Base-T LAN-порта, два 10/100 Base-T WAN-порта, два USB-порта, консольный и сервисный порты, порт Contact Closure Adjunct и ETR-порт (для аварийных звонков во время падения напряжения питания);

- в шлюз можно установить дополнительные DSP-ресурсы (кодеки). Модульные DSP-ресурсы устанавливаются в качестве дочерних плат (на 20 или 80 DSP-ресурсов) к модулю Main Board. Максимальная емкость составляет 240 каналов. Поддержка кодеков включает G.711, G.729 и G.726;

- максимальная емкость шлюза: до 240 голосовых каналов, 192 аналоговых или цифровых (DCP) порта, до 8 T1/E1 и до 10,000 Busy Hour Call Completions (обслуженных звонков в час максимальной нагрузки).

Для каждой УАТС подобрано оборудование, обеспечивающее стабильную работу как самой УАТС, так и всей телефонной сети предприятия. Схема подключения оборудования головной УАТС № 1 представлена на рис. 2.

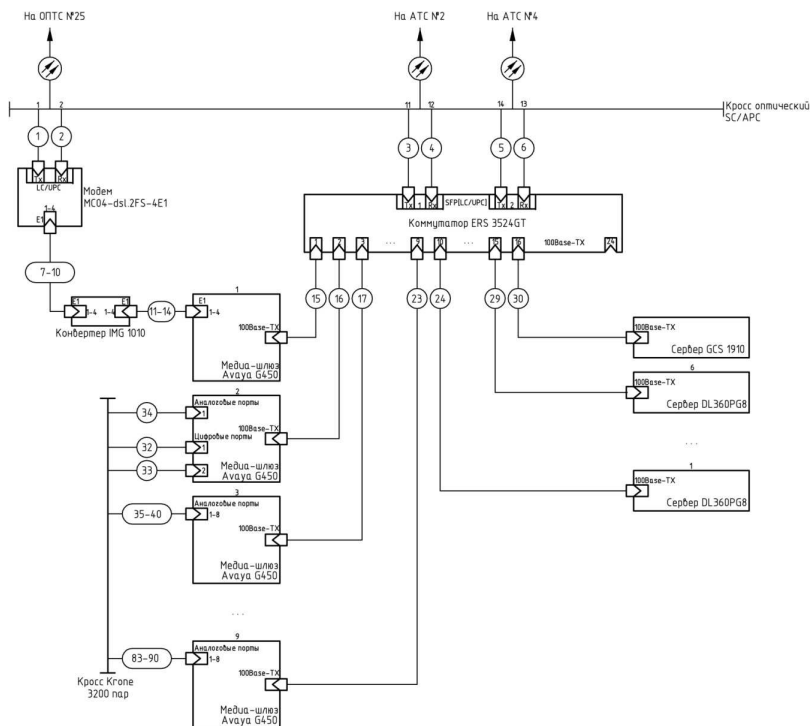


Рис. 2. Схема подключения оборудования головной УАТС № 1

Медиашлюзы AVAYA G450 объединяются между собой при помощи коммутатора ERS 3524 GT. Протокол передачи данных Fast Ethernet.

Связь коммутатора ERS 3524 GT УАТС № 1 с УАТС № 2 осуществляется по ВОЛС путем подключения к оптическому кроссу SC/APC (волокна 11 и 12) патч-кордами ШЮ-SM3.0-LC/UPC-SC/APC. Протокол передачи данных Fast Ethernet.

Связь коммутатора ERS 3524 GT УАТС № 1 с УАТС № 4 осуществляется по ВОЛС путем подключения к оптическому кроссу

SC/APC (волока 14 и 13) патч-кордами ШО-SM3.0-LC/UPC-SC/APC. Протокол передачи данных Fast Ethernet.

Подключение абонентов осуществляется через медный кросс Кросс 3200 пар, соединенный с медиашлюзами AVAYA G450 кабелем CABLE A25D. Абонентский/цифровой канал передачи данных.

Связь модема MC04-dsi.2FS-4E1 с ТФоп осуществляется по ВОЛС путем подключения к оптическому кроссу SC/APC (волока 1 и 2) патч-кордами ШО-SM3.0-LC/UPC-SC/APC. Передача данных осуществляется по четырем потокам E1.

Связь медиашлюза AVAYA G450 с модемом MC04-dsi.2FS-4E1 осуществляется через конвертер IMG 1010 кабелем 120A CSU CABLE. Передача данных осуществляется по четырем потокам E1.

Серверы DL360PG8 и сервер GCS 1910 объединяются между собой при помощи коммутатора ERS 3524 GT. Протокол передачи данных Fast Ethernet.

Выбор системы электропитания зависит от мощности питаемого оборудования. В головной УАТС № 1 размещается оборудование с общей мощностью 7960 Вт. Исходя из этого, с учетом запаса, в качестве установки электропитания выбрана система электропитания APC Smart-UPS мощностью 10 кВ.

Помимо схем подключения, разработана схема организации связи, планы размещения оборудования в телекоммуникационных шкафах и зданиях. Разработаны схемы электропитания и заземления оборудования УАТС.

Таким образом, спроектированная корпоративная телефонная сеть на базе цифровой УАТС обеспечивает надежную связь высокого уровня, предоставляет разнообразные услуги связи, имеет потенциал для развития и расширения.

МОДУЛЬ ВЫВОДА СИГНАЛОВ ОПОВЕЩЕНИЯ / ПОЖАРОТУШЕНИЯ

Студент гр. КРЭС-10 Р.А. Фокеев

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Научный руководитель – главный инженер *Д.И. Балакин*
ООО «АРУС», г. Пермь

Ежемесячно, ежеквартально и ежегодно служба МЧС обнародует суровые цифры статистики пожаров и потерь, связанных с этим бедствием. Однако, как это ни странно, пожаров от этого меньше не становится, и как бы это печально ни звучало, цифры в статистических данных появляются с приростом показателей. Ежегодно число пожаров увеличивается примерно на 5–10 %, число потерь и жертв, связанных с этой стихией, – на 20 %. Естественно, что такое положение вещей далеко не нормальное, и именно поэтому служба МЧС предъявляет столь строгие требования ко всем объектам в отношении обеспечения пожарной безопасности.

Проблема тушения пожаров на различных объектах уже давно приобрела большую актуальность, так как ущерб от возгораний зачастую крайне высок.

На сегодняшний день системы автоматического пожаротушения (АСП) обязательны к установке в серверных комнатах, архивах, других подобных помещениях, предназначенных для хранения или обработки данных. Актуальны они также в торговых залах, складских помещениях, на закрытых парковках, а также во многих помещениях производственного и непромышленного назначения, если их деятельность связана с повышенным риском возникновения пожаров.

Помимо непосредственно возгораний добываемых материалов, существует опасность излишней загазованности на объекте, когда предельно допустимая концентрация природного газа превышает, создавая опасность отравления персонала.

У АСП есть один существенный плюс по сравнению с системами ручного пожаротушения или системами, которые приводятся в рабочее состояние при помощи действий оператора: они обеспечивают максимально оперативное тушение пожара на месте возгорания без участия человека. Просто срабатывает пожарная автоматика, и независимо от действий людей система приводится в рабочее состояние.

Темой данного исследования является разработка модуля вывода сигналов оповещения / пожаротушения.

АСП – совокупность устройств, предназначенная для устранения опасных ситуаций, связанных с возгораниями и утечками опасных летучих соединений, приводимая в действие без участия человека.

Функции и принцип действия АСП:

1. Обнаружение опасных ситуаций (возгораний и загазованностей). Одно или несколько УИ, анализируя состояние окружающей обстановки, формирует и передает токовый сигнал определенных параметров СК для дальнейшего анализа.

2. Определение местоположения опасных ситуаций. Приняв токовый сигнал определенных параметров от УИ, системный контроллер (СК) определяет местоположение опасной ситуации по индивидуальному логическому адресу сработавшего УИ.

3. Оценка степени опасности. Определив местоположение опасной ситуации, СК анализирует параметры принятого токового сигнала от УИ, определяя тем самым степень опасности.

4. Устранение опасной ситуации. Определив местоположение и степень опасности, СК формирует и передает токовый сигнал определенных параметров и приводит в действие соответствующие УО, имеющие индивидуальный логический адрес.

Примеры:

- приведение в действие систем тушения возгораний;
- приведение в действие систем газотвода;
- изоляция помещения с возникшей в нем опасной ситуацией;
- оповещение персонала о возникшей опасности.

Системный контроллер АСП (СК). СК – совокупность устройств, входящая в состав АСП, используемых для управления УВВ-АСП, обеспечивающих управление всей системой.

1. Блок питания СК (БП) – устройство, входящее в состав СК, используемое для преобразования входного напряжения от ИВП в гальванически изолированное напряжение питания внутренних шин и устройств СК.

2. Процессорный модуль СК (ПМ) – устройство, входящее в состав СК, используемое в качестве основного управляющего АСП-устройства, обеспечивающее прием, обработку, хранение и передачу токовых сигналов между УВВ-АСП.

Примечание: ПМ является центральным независимым устройством АСП.

Блок клемм соединения шлейфов УИ (БК-УИ) – устройство, входящее в состав СК, используемое в качестве электрических контактов для соединения шлейфов УИ от ШС-И, обеспечивающее конструктивное преобразование ШС-И внутри СК.

Примечание: БК-УИ не является преобразователем входных сигналов от УИ.

3. Блок клемм соединения шлейфов УО (БК-УО) – устройство, входящее в состав СК, используемое в качестве электрических контактов для соединения шлейфов УО от ШС-О, обеспечивающее конструктивное преобразование ШС-О внутри СК.

Примечание: БК-УО не является преобразователем выходных сигналов к УО.

4. Блок ввода-вывода сигналов СК (БВВС) – совокупность устройств, входящая в состав СК, используемая для обмена токовыми сигналами между ПМ и УВВ-АСП, обеспечивающая их логически согласованное взаимодействие.

Примечание: БВВС является устройством преобразования сигналов УВВ-АСП.

Блок ввода-вывода сигналов СК (БВВС). БВВС – совокупность устройств, входящая в состав СК, используемая для обмена токовыми сигналами между ПМ и УВВ-АСП, обеспечивающая их логически согласованное взаимодействие.

Состав устройств БВВС:

1. Модуль питания БВВС (МП) – устройство, входящее в состав БВВС, используемое для преобразования входного стабилизированного напряжения от БП в гальванически изолированное напряжение питания внутренних шин и устройств БВВС.

2. Модуль ввода сигналов извещения (МВСИ-1–МВСИ-*n*) – устройство, входящее в состав БВВС, используемое для передачи выходных токовых сигналов устройства БК-УИ устройству МИ, обеспечивающее измерение их электрических параметров для анализа показаний УИ.

3. Модуль вывода сигналов оповещения (МВСО-1–МВСО-*m*) – устройство, входящее в состав БВВС, используемое для передачи токовых сигналов от МИ к БК-УО, обеспечивающее преобразование их электрических параметров для активации УО.

Примечания:

– МВСО является приемником выходных токовых сигналов устройства МИ;

– МВСО является преобразователем токовых сигналов, поступающих с ШС-БВВС;

– МВСО является передатчиком токовых сигналов, поступающих на однонаправленную ВШС-О;

– МВСО относится к устройствам ввода-вывода БВВС (УВВ-БВВС).

4. Кросс-плата (КП) – устройство, входящее в состав БВВС, используемое для обмена токовыми сигналами между устройствами БВВС, обеспечивающее их силовое и сигнальное соединение.

Примечание: КП является устройством согласования и электрического соединения проводников, входящих в состав ШС-БВВС и ШП-БВВС.

5. Модуль интерфейсный БВВС (МИ) – устройство, входящее в состав БВВС, используемое для обмена токовыми сигналами между ПМ и УВВ-БВВС, обеспечивающее высокоскоростной последовательный цифровой канал обмена токовыми сигналами (данными).

Схемотехническая часть проектирования МВСО [1]. Плата содержит 12 идентичных каналов распределения тока шины «+24В-F», каждый из которых должен коммутировать в нагрузку напряжение шины «+24В-F». Значение тока нагрузки – не более 3 А, тип нагрузки – активно-емкостная, $C_n = 500$ мкФ.

Каждый канал должен выдавать сигнал оповещения пожаротушения уровнем напряжения шины «+24В-F». В каждом канале должна быть реализована защита по превышению тока не более 3 А (тип защиты – триггерная).

Управление каналами должно осуществляется по одному из двух SPI.

Модуль должен выдавать диагностическую информацию о состоянии всех силовых ключей каждого канала, а также сигнал состояния шлейфа.

Конструкторская часть проектирования МВСО. Устройство монтируется в кейс фирмы PolyRack серии Future следующих геометрических размеров: высота – 3U; ширина – 63 НР; глубина – 240 мм. Устройство имеет световую индикацию на лицевой панели.

Ввод напряжения шины 24 и вывод сигналов оповещения пожаротушения осуществляться через 25-контактный разъем типа D-SUB, выходящий на лицевую панель модуля.

Питание на модуль подается с объединительной платы через соединитель типа DIN41612.

Модуль вывода сигналов оповещения/пожаротушения (МВСО). МВСО формирует сигналы управления ШО/ШПТ, состоящие из устройств оповещения, устройств электропуска соответственно и обеспечивает диагностику указанных шлейфов в соответствии с действующими требованиями.

Модуль вывода сигналов оповещения/пожаротушения состоит из двух плат, связанных между собой соединителями типа PVD-80 и PLD-80:

- 1) плата диагностики;
- 2) плата ключей.

Сигналы управления ШО/ШПТ формируются уровнем напряжения шины питания полевых устройств «+24В-S» и обеспечивают ток нагрузки для шлейфов:

- ШО – 1 А (в основном) / 2,1 А (в редких случаях, когда применяются импортные звуковые оповещатели);
- ШПТ – 1 А (с электромагнитными устройствами электропуска) / 1,5 А / 3 А в импульсе длительностью не более 50 мс (с устройствами на пиропатронах).

Сигналы управления имеют защиту от КЗ. В случае КЗ (превышения нагрузочной способности) модуль формирует соответствующий сигнал [2, 3].

В качестве основного устройства МВСО выступает ПЛИС, выполняющий функции:

- ввода диагностических данных (состояния шлейфов, состояния силовых ключей, состояния модуля) с записью их в буфер ПРД;
- вывода данных в регистр управления светодиодами с записью их в буфер ПРД;
- вывода принятых сигналов из регистра выдачи сигналов оповещения/пожаротушения буфера ПРМ на силовые ключи.

Библиографический список

1. Волович Г.И. Схемотехника аналоговых и аналогово-цифровых электронных устройств. – М.: Додэка-XXI, 2005. – 528 с.
2. Гольденберг Л.М., Матюшкин Б.Д., Поляк М.Н. Цифровая обработка сигналов: учеб. пособие. – М.: Радио и связь, 1990. – 256 с.
3. Давыдов А.В. Цифровая обработка сигналов: Тематические лекции. – Екатеринбург, 2007.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ВЯЗКОСТИ ЭЛЕКТРО-ИЗОЛЯЦИОННЫХ ПОЛИМЕРОВ ОТ СКОРОСТИ СДВИГА И ТЕМПЕРАТУРЫ

Студент гр. МЭ-11-16 М.В. Фроленко

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *В.В. Черняев*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Реология (от греч. $\rho\acute{\epsilon}\omicron\varsigma$, «течение, поток») – раздел физики, изучающий деформации и текучесть вещества. Изучая деформационные свойства реальных тел, реология занимает промежуточное положение между теорией упругости и гидродинамикой. Практические приложения реологии описывают поведение конкретных материалов при нагрузках и при течении.

Жидкости, у которых вязкость не зависит от скорости сдвига, называются ньютоновскими. Жидкости, у которых вязкость падает при увеличении скорости сдвига, называются псевдопластичными, а те у которых вязкость растёт, называются дилатантными. Расплавы полимерных материалов относятся к псевдопластическим жидкостям.

Поведение чисто вязкой жидкости описывается уравнением состояния, в общей форме имеющим вид

$$\tau = \eta\dot{\gamma}, \quad (1)$$

где τ – напряжение сдвига, Па; η – динамическая вязкость, Па·с; $\dot{\gamma}$ – скорость сдвига с^{-1} .

Исследования реологических характеристик были проведены для полиэтилена марки «Казпэлен 273-83» и полиэтилена марки Borealis ME 6052. Для анализа реологического поведения марок полиэтилена в работе использовался современный ротационный реометр.

Ротационный реометр Discovery HR-2 производства TA Instruments (рис. 1) относится к приборам СМТ-типа, имеющим совмещенный преобразователь-двигатель, и предназначен для изучения реологических свойств самых разнообразных материалов как в режиме контролируемого напряжения, так и в режиме контролируемой скорости.

Управление реометром, а также сбор и анализ экспериментальных данных осуществляется с помощью специализированного программного обеспечения TRIOS, разработанного для приборов, выпускаемых компанией TA Instruments.

В эксперименте применялась измерительная система плоскость – плоскость (рис. 2), которая характеризуется радиусом окружности R и расстоянием (зазор между пластинами) h . В данных экспериментах $R = 12,5$ мм и зазор между пластинами $h = 1$ мм



Рис. 1. Схема реометра DHR-2 TA Instruments

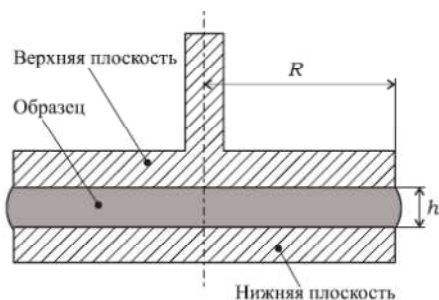


Рис. 2. Измерительная система плоскость – плоскость

Для анализа полученных экспериментальных кривых были использованы степенной закон, модель Керри; температурная зависимость вязкости описывалась уравнением Аррениуса.

Оствальд и Вейль предложили эмпирическую модель степенного закона. Суть этой модели в том, что, если построить зависимость $\eta(\dot{\gamma})$ в логарифмических координатах, в интервале скоростей сдвига $10 < \dot{\gamma} < 10^3 \text{ с}^{-1}$, график этой зависимости – прямая линия.

Преимуществом степенного закона является его простота, малое число экспериментально определяемых постоянных, а недостатком – невозможность его использования в области величин скоростей сдвига близких к нулю, так как в этом случае большинство расплавов полимеров проявляют ньютоновский характер. Однако область скоростей сдвига, характерных для переработки большинства полимеров, составляет $1 - 10^4 \text{ с}^{-1}$. В таком диапазоне изменения скоростей деформаций степенной закон достаточно адекватно описывает вязкостные свойства среды. Его аналитическое выражение

$$\eta(\dot{\gamma}) = m\dot{\gamma}^{n-1}, \quad (2)$$

где m – коэффициент консистенции; n – показатель аномалии вязкости.

Модель Керри в отличие от степенного закона позволяет описывать изменение вязкости от скорости сдвига в области очень малых скоростей сдвига. Аналитическое выражение модели Керри имеет вид

$$\eta(\dot{\gamma}) = \left[1 + (\lambda\dot{\gamma})^{\frac{n-1}{2}} \right] (\eta_0 - \eta_\infty) + \eta_\infty, \quad (3)$$

где λ – константа; n – показатель аномалии вязкости; η_0 – вязкость при нулевой скорости сдвига; η_∞ – вязкость при бесконечной скорости сдвига.

Известно, что вязкость как ньютоновских, так и неньютоновских жидкостей зависит от температуры. Степень влияния температуры существенно зависит от природы полимеров: в случае аморфных сред вязкость сильно зависит от температуры, для аморфно-кристаллических – слабо. Наиболее распространенным и точным уравнением, описывающим зависимость вязкости от температуры, является уравнение Аррениуса. Аналитический вид уравнения Аррениуса

$$\eta(T) = \eta(T_0) \cdot \exp(\beta/T), \quad (4)$$

где T – температура; β – температурный коэффициент вязкости; $\eta(T_0)$ – значение коэффициента консистенции при температуре T_0 .

Для определения зависимостей вязкости от температуры проводится аналогичная обработка результатов эксперимента, полученных на реометре для различных значений температуры. Используя свойство логарифмической аддитивности, определяющие реологические уравнения состояния, в которых функциональная зависимость эф-

фактивной вязкости расплава полимера от скорости сдвига описывается степенным законом или моделью Керри, а от температуры – уравнением Аррениуса, можно представить в следующем виде:

$$\eta(\gamma) = \eta(T_0) \gamma^{n-1} \exp(\beta/T), \quad (5)$$

$$\eta(\gamma) = \left[1 + (\lambda \gamma)^{n-1} \right] \left[\eta_0 - \eta_\infty \right] + \eta_\infty \eta(T_0) \exp(\beta/T). \quad (6)$$

Коэффициенты для определяющих уравнений (5), (6) приведены в таблице.

Значения коэффициентов для реологических уравнений при $T = 200 \text{ }^\circ\text{C}$

Марка полиэтилена	Значения коэффициентов							
	Степенной закон		Модель Керри				Уравнение Аррениуса	
	n	η , Па·с	η_0 , Па·с	η_∞ , Па·с	λ , с	m	η , Па·с	β , К
«Казпэлен 273-83»	0,393241	31561,9	88760,6	-442,763	14,1343	0,508989	458,993	1444,34
Borealis ME 6052	0,441804	17010,8	15400,8	-651,347	2,79133	0,637963	68,8284	2039,96

После того как подставили коэффициенты в уравнения, (5), (6), получили графики (рис. 3, 4).

На рис. 3 представлена зависимость вязкости от скорости сдвига полиэтилена марки «Казпэлен 273-83» при $T = 200 \text{ }^\circ\text{C}$.

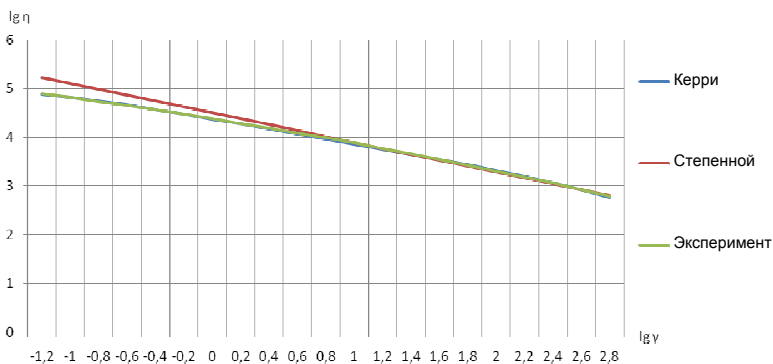


Рис. 3. «Казпэлен 273-83». Зависимость вязкости от скорости сдвига при $T = 200 \text{ }^\circ\text{C}$

На рис. 4 представлена зависимость вязкости от скорости сдвига полиэтилена марки Borealis ME 6052 при $T = 200 \text{ }^\circ\text{C}$.

Как видим, степенной закон работает только в ограниченном диапазоне скоростей сдвига. Большие ошибки наблюдаются в области низких скоростей сдвига. Модель Керри является более универсальной, так как

позволяет с высокой степенью точности описать зависимость поведения вязкости от скоростей сдвига в области как высоких, так и низких скоростей сдвига.

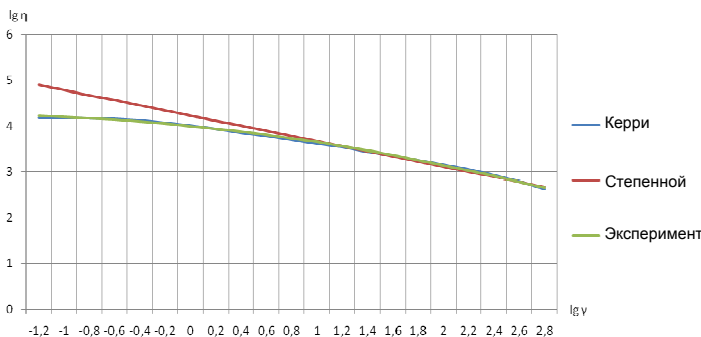


Рис. 4. Borealis ME 6052. Зависимость вязкости от скорости сдвига при $T = 200\text{ }^{\circ}\text{C}$

На рис. 5 представлена зависимость вязкости от температуры при скорости сдвига $6,28\text{ c}^{-1}$ для полиэтиленов марок «Казпэлен 273-83» и Borealis ME 6052.

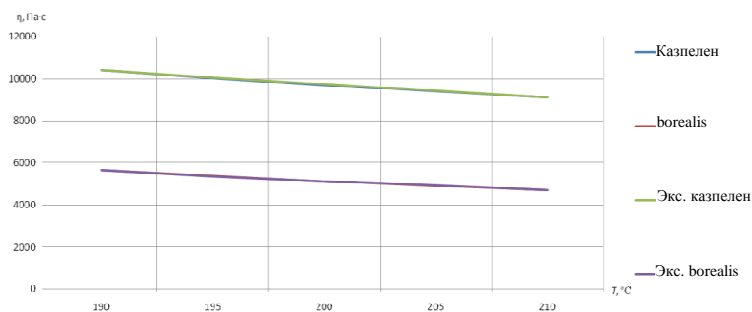


Рис. 5. Зависимость вязкости от температуры при скорости сдвига $6,28\text{ c}^{-1}$

Проанализировав рис. 5, можно сделать вывод о том, что уравнение Аррениуса с достаточной точностью описывает температурную зависимость вязкости исследуемых материалов.

Библиографический список

1. Шрамм Г. Основы практической реологии и реометрии. – М.: Колос, 2003. – 312 с.
2. Тадмор З., Гогос К. Теоретические основы переработки полимеров. – М.: Химия, 1984. – 632 с.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОБОЛОЧЕК КАБЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Студент гр. КТЭИ-11 А.В. Халемин

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент *Е.В. Субботин*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

На сегодняшний день при изготовлении кабельных изделий применяется множество новых материалов, которые в зависимости от назначения элемента конструкции кабеля должны обладать определенным набором свойств. Следует отметить, что соблюдение параметров технологического режима в процессе производства оказывает огромное влияние на качество готового изделия и его эксплуатационные характеристики. Например, физико-механические характеристики оболочки кабельного изделия (рис. 1) могут существенно изменяться в зависимости от выбранного режима охлаждения и экструзии.

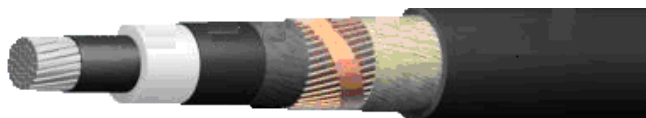


Рис. 1. Кабель марки АПвП с полиэтиленовой оболочкой

В данной работе с помощью термомеханического анализа [1] проводилось экспериментальное исследование полиэтиленовых оболочек силовых кабелей на наличие остаточных механических напряжений. Опыты проводились на dilatометре DIL 802 (рис. 2) в соответствии со стандартом [2].



Рис. 2. Внешний вид dilatометра DIL 802

В процессе исследования образец, вырезанный из оболочки, размерами $10 \times 2,8 \times 2,8$ мм подвергался нагреву со скоростью $0,5$ °C/мин в диапазоне от 30 до 95 °C.

Результаты экспериментов представлены на рис. 3 в виде зависимости изменения длины образца от температуры.

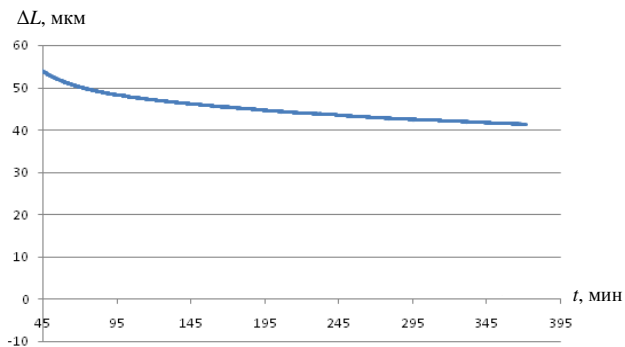


Рис. 3. Температурная зависимость изменения длины образцов

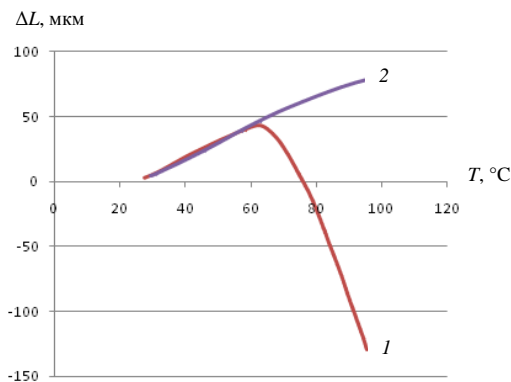


Рис. 4. Зависимость абсолютного изменения длины образца от времени

Как видно из графиков, второй образец линейно расширяется без резких скачков во всем температурном диапазоне. А первый образец линейно расширяется только до момента достижения температуры 64 °C, далее происходит процесс сжатия, что может указывать на наличие остаточных механических напряжений, которые вызывают усадку материала и могут привести к разгерметизации оболочки.

Для оценки темпов усадки был проведен эксперимент, в процессе которого образец выдерживался при постоянной температуре 65 °С.

На рис. 4 представлена зависимость изменения размеров образца 1 от времени. Эксперимент проводился при температуре 65 °С. Из графика видно, что при воздействии установленной температуры наблюдается сжатие образца, при этом в первые 50 мин оно происходит с большей скоростью, затем скорость снижается, но процесс усадки продолжается.

Таким образом, воздействие прямых солнечных лучей на оболочку эксплуатирующегося кабеля может привести к ее разгерметизации в результате усадки материала.

Библиографический список

1. Шах В. Справочное руководство по испытаниям пластмасс и анализу причин их разрушения. – СПб.: Научные основы и технологии, 2009. – 732 с.
2. ASTM. Standard Test Method for Linear Thermal Expansion of Solid Materials With a Vitreous Silica Dilatometer. E 228-95.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Студентка гр. МЭ-11-16 И.С. Елькина

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *А.В. Казаков*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

В наше время программы моделирования электронных цепей и устройств имеют вид виртуальных лабораторий, включающих в себя объемные библиотеки электронных компонент. Они позволяют проверить, удовлетворяет ли сконструированное устройство требованиям, предъявляемым к нему, когда используются реальные компоненты с характеристиками, отличающимися от идеальных. Наиболее часто студенты электротехнических специальностей имеют в качестве задания и дальнейшего исследования принципиальную схему устройства, именно поэтому применение моделирования с использованием средств и методов вычислительной техники стало столь актуально в современном мире.

Наиболее подходящими для использования в учебном процессе будут следующие программы: Micro-CAP – для создания и редактирования принципиальных схем аналоговых и цифровых устройств; Pspice – модификация программы анализа электронных цепей SPICE; на сегодняшний день ее считают эталонной программой моделирования электронных цепей и устройств; MatLab со средствами Simulink – для построения моделей физических устройств и анализа процессов в них; а также программа, получившая популярность в учебных заведениях за счет ее легкого освоения, Electronics Workbench – для моделирования электронных схем.

Далее рассмотрим поподробнее виртуальную лабораторию Electronics Workbench (EWB) [1].

Применение Electronics Workbench для моделирования электронных схем. Электронная система моделирования Electronics Workbench (EWB) отличается простым и понятным пользовательским интерфейсом. В учебном процессе EWB может использоваться в качестве лабораторного практикума по целому ряду предметов (физика, основы электротехники и электроники, основы вычислительной техники и автоматики и т.д.).

Электронная система моделирования EWB имитирует реальное рабочее место исследователя – лабораторию, оснащенную измерительными приборами, работающими в реальном масштабе времени.

Библиотеку компонент можно разделить на следующие группы:

- базовые элементы (узел, заземление);
- источники (постоянного и переменного напряжения и тока);
- линейные пассивные элементы (резистор, конденсатор, катушка индуктивности);

- индикаторы;

- ключи, а также нелинейные элементы.

Для хорошего понимания принципов работы с электронной лабораторией Electronics Workbench необходимо:

- знание основных принципов работы ОС Windows;
- понимание принципов работы основных измерительных приборов (амперметр, вольтметр и т.д.);
- знание отдельных элементов радиоэлектронных устройств.

Рассмотрение работы схемы в EWB на примере задачи. Идеальный источник постоянной ЭДС. Собрать схему (рис. 1).

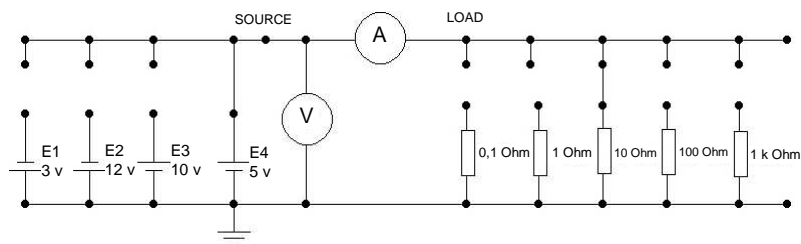


Рис. 1. Базовая схема для исследования идеального источника постоянной ЭДС

Задание для рассматриваемой работы состоит в снятии вольт-амперной характеристики с помощью амперметра и вольтметра. Следует подключить идеальный источник постоянной ЭДС на систему из нескольких нагрузочных резисторов. Размыкая и замыкая переключки у резисторов и измеряя ток и напряжение, заполняем таблицу «Результаты эксперимента».

Строим внешние характеристики идеальных источников ЭДС (рис. 2, а–г).

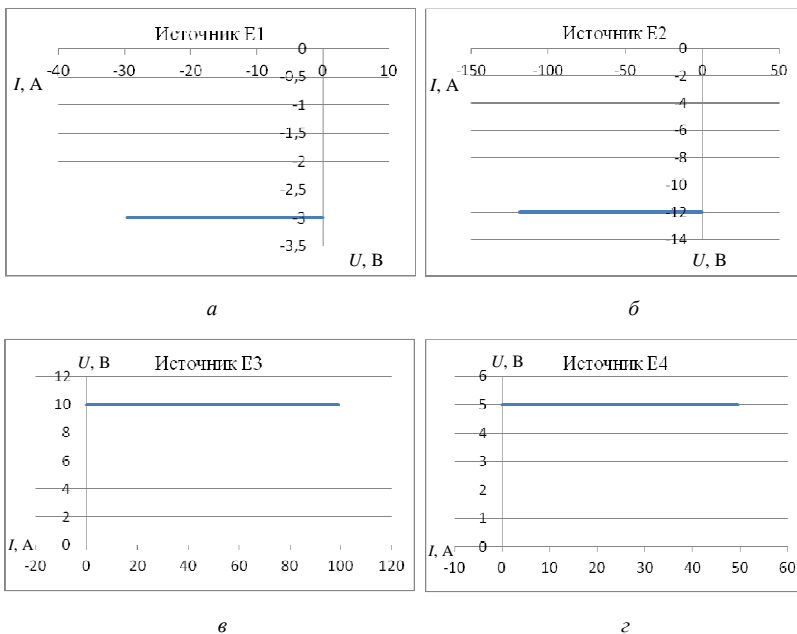


Рис. 2. Внешние характеристики источников ЭДС E1-E4

Обозначение элементов в программе

Соединяющий узел	●
Вольтметр	
Амперметр	
Заземление	
Резистор	
Источник постоянного напряжения	

Соединяющий узел применяется для соединения проводников и создания контрольных точек. К каждому узлу может подсоединяться не более четырех проводников.

Вольтметр используется для измерения переменного и постоянного напряжения. Выделенная толстой линией сторона прямоугольника, изображающего вольтметр, соответствует отрицательной клемме.

При измерении переменного синусоидального напряжения (АС) вольтметр будет показывать действующее значение напряжения U_d , определяемое по формуле

$$U_d = \frac{U_m}{\sqrt{2}},$$

где U_m – амплитудное значение напряжения.

Амперметр используется для измерения переменного и постоянного тока. Выделенная толстой линией сторона прямоугольника, изображающего амперметр, соответствует отрицательной клемме.

При измерении переменного синусоидального тока (АС) амперметр будет показывать его действующее значение I_d , определяемое по формуле

$$I_d = \frac{I_m}{\sqrt{2}},$$

где I_m – амплитуда переменного тока.

Заземление имеет нулевой потенциал и таким образом обеспечивает исходную точку для отсчета потенциалов. Любая схема, содержащая операционный усилитель, трансформатор, управляемый источник, осциллограф, должна быть обязательно заземлена, иначе приборы не будут производить измерения или их показания окажутся неправильными.

Резистор – элемент, рассеивающий электрическую энергию в окружающую среду в виде тепла, в схемах применяется для перераспределения и регулирования электрической энергии между элементами. Сопротивление резистора измеряется в омах и задается производными величинами (от Ом до МОм).

Источник постоянного напряжения. ЭДС источника постоянно-го напряжения или батареи измеряется в вольтах и задается производными величинами (от мкВ до кВ). Короткой жирной чертой в изображении батареи обозначается вывод, имеющий отрицательный потенциал по отношению к другому выводу [2].

В процессе выполнения задания, размыкая и замыкая переключки у резисторов и измеряя ток и напряжение, заполняем таблицу.

Результаты эксперимента

Сопротивление, Ом	0,1	1	10	100	1000
Ток источника E1, А	-29,7	-2,997	-0,3	-0,03	-0,003
Напряжение на E1, В	-3	-3	-3	-3	-3
Ток источника E2, А	-118,8	-11,99	-1,2	-0,12	-0,012
Напряжение на E2, В	-12	-12	-12	-12	-12
Ток источника E3, А	99,01	9,99	1	0,1	0,01
Напряжение на E3, В	10	10	10	10	10
Ток источника E4, А	49,51	4,995	0,5	0,05	0,005
Напряжение на E4, В	5	5	5	5	5

По результатам измерений строятся графики (зависимости тока от напряжения $U = f(I)$).

Внешние характеристики идеальных источников ЭДС.

Анализ схем. Электронная лаборатория EWB с виртуальными измерительными приборами облегчает проведение самого сложного этапа – расчета процессов, протекающих в радиоэлектронном устройстве. После составления схемы и подключения к схеме измерительных приборов для начала анализа цепи достаточно нажать кнопку Activate/Stop, расположенную в верхнем правом углу экрана.

Рассчитанные значения токов, напряжений или сопротивлений показываются на экранах измерительных приборов. Подобный порядок работы существует в практической лаборатории с реальными измерительными приборами.

На втором этапе моделирования можно изменить параметры элементов, а также удалить или добавить радиоэлементы, подключить приборы к другим контрольным точкам схемы и т.п. После таких изменений необходимо снова активизировать цепь.

EWB обладает очень большими возможностями при экспериментальном исследовании различных схем по двум основным причинам:

– во-первых, здесь исключаются аварийные нештатные ситуации (перенапряжения, перегрузки, короткие замыкания), возникающие на реальном оборудовании и приводящие к выходу элементов из строя;

– во-вторых, по набору различных электронных компонентов библиотеки, измерительных приборов и диапазону их изменения вир-

туальная лаборатория намного превосходит реальную, что гарантирует существенную экономию материальных ресурсов, кроме того, требуется меньше времени на исследования.

Выводы. В данной работе была рассмотрена программа компьютерного моделирования для расчета и проектирования электрических схем Electronics Workbench (EWB), также были испробованы возможности EWB на персональном компьютере.

Виртуальная лаборатория открывает для технических учебных заведений широчайшие возможности совершенствования учебного процесса, а главное обеспечивает безопасность при неверных расчетах параметров электрических схем.

Библиографический список

1. Ермолаев Ю.В. Компьютерное моделирование в учебном процессе // Современные наукоемкие технологии. – 2005. – № 2 – С. 52–52.
2. Панфилов Д.И., Иванов В.С., Чепурин И.Н. Электротехника и электроника в экспериментах и упражнениях: в 2 т. Т. 1. Электротехника. – М.: Додэка, 1999. – 304 с.

РЕАЛИЗАЦИЯ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ НА МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ ОСНОВЕ ДЛЯ ОТКРЫТОГО РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА НАПРЯЖЕНИЕМ 500 кВ

Студенты гр. АЭП-136 Н.С. Карнаухов, А.С. Мингалева,
гр. Э-10 А.В. Шубников

Научный руководитель – доцент *В.Г. Лопатин*
Березниковский филиал Пермского национального
исследовательского политехнического университета

В связи с длительным сроком эксплуатации, моральным и физическим старением оборудования, несоответствием современным нормам и правилам условий эксплуатации оборудования на подстанции «Калино» требуется проведение полной реконструкции релейной защиты [1, 2].

Реконструкция релейной защиты представляет собой сложный процесс принятия решений по схемам электрических соединений, составу электрооборудования и его размещению, связанных с производством расчетов, пространственной компоновкой, оптимизацией фрагментов и объекта в целом.

Для этого были выбраны и просчитаны токи короткого замыкания, т.е. такие токи, в которых электрооборудование и проводники находятся в наиболее неблагоприятных условиях. Значения токов короткого замыкания в дальнейшем необходимы для выбора электрооборудования, средств ограничения токов короткого замыкания и для расчета уставок релейной защиты и противоаварийной автоматики. В данной работе была рассмотрена оценка возможных режимных ситуаций в сети 500 кВ при нормальной работе и при проведении реконструкции.

Релейная защита и автоматика сети 500 кВ. На ВЛ 500 кВ «Калино» – Пермская ГРЭС 1, 2 цепи, «Калино» – Буйская в качестве основной быстродействующей защиты предусматривается дифференциально-фазная защита линии со связью между полуккомплектами по высокочастотному каналу. Со стороны ПС 500 кВ «Калино» предусматривается два комплекта резервных защит. В состав каждого комплекта резервных защит входят: трех–шестиступенчатая дистанционная защита, четырех–семиступенчатая направленная токовая защита нулевой последовательности, междуфазная токовая отсечка и защита от неполнофазного режима. На ВЛ 500 кВ «Калино» – Пермская ГРЭС 1, 2 цепи, «Калино» – Буйская, в одном из комплектов резервных защит (ДЗ и ТНЗНП), проектом предусматривается орга-

низация телеускорения с использованием разрешающих сигналов (по четыре сигнала в обе стороны).

На ВЛ 500 кВ «Калино» – Тагил с обеих сторон предусматривается замена основных и резервных защит ВЛ. В качестве основной быстродействующей защиты предусматривается продольная дифференциальная защита линии со связью между полуккомплектами по волоконно-оптическому каналу.

Для каждого выключателя 500 кВ ПС «Калино» предусматривается терминал автоматики управления с функциями УРОВ, ОАПВ, ТАПВ с контролем напряжения и синхронизма.

Технические требования к защите шин 500 кВ. ОРУ 500 кВ ПС «Калино» выполнено по схеме трансформаторы – шины с присоединением линий через два выключателя.

Для обеспечения требований ближнего резервирования на каждую систему шин устанавливаются по два комплекта защиты: ДЗШ1 – первый комплект и ДЗШ2 – второй комплект.

ДЗШ должна выполняться с торможением для отстройки от токов небаланса установившегося и переходного режимов при внешнем КЗ.

Технические требования к терминалам защит шин 500 кВ

Функции, их характеристика	Требуемое значение параметра
1. Дифференциальная токовая с торможением защита (ДЗШ) (два комплекта)	Да
1.1. Количество аналоговых проходных входов для подключения трехфазных групп трансформаторов тока, не менее	6
1.2. Программное выравнивание токов входов без ограничений	Да
1.3. Погрешность выравнивания, не более (% от наибольшего из $I_{ном}$ присоединений)	± 2
1.4. Контроль цепей переменного тока с действием на сигнал и блокирование защиты. Контроль дифференциального тока в нормальном режиме	Да
1.5. Диапазон регулирования тока срабатывания органа контроля цепей переменного тока	$(0,04 \dots 0,2) I_{ном. зац}$
1.6. Диапазон регулирования выдержки времени органа контроля цепей переменного тока на блокирование защиты, с	0–10
1.7. Диапазон регулирования минимального тока срабатывания защиты $I_{с. зац min}$	$(0,2 \dots 1,5) I_{ном. зац}$
1.8. Диапазон регулирования коэффициента торможения $K_{торм}$	0,2–0,8
1.9. Диапазон регулирования тока «начала торможения» $I_{торм. нач}^*$	1,0–1,5
1.10. Время срабатывания ДЗШ при токе $\geq 2I_{с. зац min}$, с, не более	0,03

Общие технические требования к терминалам РЗА. Все устройства РЗА должны быть выполнены с использованием микропроцессорных устройств.

Общие технические требования к терминалам РЗА

Функции, их характеристика	Требуемое значение параметра
1.1. Номинальный ток, А	$I_{\text{ном}} = 1 \text{ и } 5$
1.2. Ток термической стойкости (длительно)	$2I_{\text{ном}}$
1.3. Ток односекундной стойкости	$100I_{\text{ном}}$
1.4. Рабочий диапазон	$(0,1 \dots 30)I_{\text{ном}}$
1.5. Потребление на фазу при $I_{\text{ном}}$, ВА	не более 0,5
1.6. Устройства должны правильно работать с принятым временем срабатывания при КЗ в зоне с периодической составляющей до $30I_{\text{ном}}$ при максимальной аperiodической составляющей с постоянной времени до 0,3 с, если токовая погрешность трансформаторов тока не превышает 50 % в установившемся режиме при активной нагрузке	Да
2. Цепи переменного напряжения устройств	
2.1. Линейное номинальное напряжение, В	$U_{\text{ном}} = 100$
2.2. Напряжение термической стойкости (длительно)	$1,5U_{\text{ном}}$
2.3. Напряжение односекундной стойкости	$2,5U_{\text{ном}}$
2.4. Напряжение термической стойкости $3U_0$	$1,5U_{\text{ном}}$
2.5. Напряжение односекундной стойкости $3U_0$	$2,5U_{\text{ном}}$
2.6. Рабочий диапазон напряжений	$(0,001 \dots 1,5)U_{\text{ном}}$
2.7. Потребление на фазу при $U_{\text{ном}}$, ВА	$< 0,5$
2.8. Потребление по $3U_0$ при $U_{\text{ном}}$, ВА	< 1
3. Терминалы должны:	
3.1. Иметь программируемую логику как между различными функциями защиты, управления и контроля, входящими в состав МП устройств, так и между этими функциями и внешними устройствами защиты, управления и контроля	*
3.2. Предусматривать синхронизацию от внешнего источника точного времени (при отсутствии протокола МЭК61850 через отдельный вход)	Да
3.3. Иметь непрерывную диагностику	Да
3.4. Иметь возможность установки любой группы уставок по дискретным входным сигналам	Да
3.5. Иметь местную светодиодную сигнализацию и контактную сигнализацию действия на отключение и неисправности	Да

Пример расчета уставок дифференциально-фазной защиты ВЛ 500 кВ «Калино» – Буйская показан в таблице.

Параметр величины	Расчетное условие	Наименование	Обозначение	Расчетная формула	Со стороны ПС «Калино»	
					Числовое значение расчетной формулы	Величина
$I_{\text{ср}}$ ПО $I_{2\text{бл}}$	По условию отстройки от тока небаланса, определяемого погрешностями ТТ, частотными небалансами фильтров обратной последовательности (ОП) и погрешностями их настройки, а также небалансами нагрузочного режима сети. В устройстве осуществлена компенсация емкостного тока	Погрешность ТТ (ГОСТ 7746–2001)	ε	В соответствии с рекомендациями «ЭКРА»	–	0,01
		Частотная зависимость фильтра ОП	K_f		–	0,23
		Частотный небаланс фильтра ОП	Δf		–	2,0
		Погрешность настройки фильтра ОП	$\Delta\Phi$		–	0,005
		Небаланс нормального режима	$I_{2\text{н.р}}$	–	–	0,02
		Суммарный коэффициент небаланса	$K_{\text{нб}}$	$K_{\text{нб}} = \sqrt{(\varepsilon/3)^2 - (K_f \cdot \Delta f / f_{\text{ном}})^2 + \Delta\Phi^2 + I_{2\text{н.р}}^2}$	$\sqrt{(0,01/3)^2 + (0,23 \cdot 2/50)^2 + (0,005)^2 + (0,02)^2}$	0,0214
$U_{\text{ср}}$ ПО $U_{2\text{бл}}$	По условию отстройки от небалансов, определяемых погрешностями ТН, частотными небалансами фильтров обратной последовательности (ОП) и погрешностями их настройки, а также небалансами нагрузочного режима сети (рекомендации «ЭКРА»)	Коэффициент отстройки	$K_{\text{отс}}$	–	–	1,3
		Коэффициент возврата	$K_{\text{в}}$	–	–	0,9
		Небаланс погрешности ТН, В (втор.)	$U_{2\text{нб}}$	–	–	1,23
		Небаланс несимметрии сети, В (втор.)	$U_{2\text{н.р}}$	–	–	0,0
		Небаланс фильтра ОП, В (втор.)	$U_{2\text{н.ф}}$	–	–	0,02
		Напряжение срабатывания блокирующего РН по U_2 , В (втор.)	$U_{\text{ср}}$ РН $U_{2\text{бл}}$	$U_{\text{ср}} \text{ РН } U_{2\text{бл}} \geq K_{\text{отс}} / K_{\text{в}} (U_{2\text{нб}} + U_{2\text{н.р}} + U_{2\text{н.ф}})$	$1,3/0,9 \cdot (1,23 + 0,0 + 0,02)$	1,81

Библиографический список

1. Басс Э.И. Релейная защита электроэнергетических систем: учеб. пособие для вузов. – М.: Изд-во МЭИ, 2002. – 295 с.
2. Чернобровов Н.В., Семенов В.А. Релейная защита энергетических систем. – М.: Энергоатомиздат, 1998. – 800 с.

РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ЗАЩИТЫ ТРАНСФОРМАТОРНОЙ ПОДСТАНЦИИ ОТ ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ

Студенты гр. АЭП-136 Н.Н. Трошков, гр. Э-10 В.А. Худеньких
Научный руководитель – доцент Н.В. Паршенок
Лысьвенский филиал Пермского национального
исследовательского политехнического университета

Основной задачей «Кунгурских электрических сетей» (филиала ОАО «Пермэнерго») является надежное и качественное электроснабжение промышленных и сельскохозяйственных потребителей. Для ее выполнения необходимо своевременно проводить профилактику и модернизацию действующих систем [1–4].

Оборудование, установленное на подстанции в селе Березовка, не является устаревшим, тем не менее модернизация существующего хозяйства позволит повысить качество электроснабжения.

На сегодняшний день рынок предлагает множество вариантов защитных устройств, одним из которых является ТЭМП 2501-31 (рис. 1).

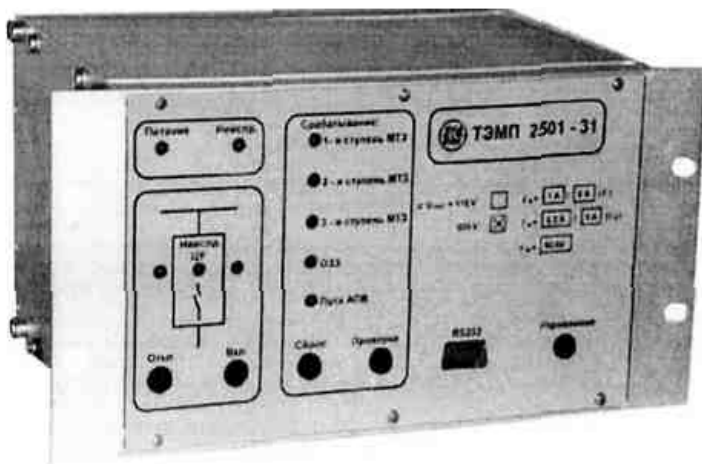


Рис. 1. Комплектное устройство ТЭМП 2501-31

Данное устройство позволяет контролировать параметры энергетической системы и управлять ею, что, в свою очередь, помогает увеличить срок службы технического оборудования, а также позволяет осуществлять более качественную передачу и распределение

электрической энергии. Универсальность данного оборудования заключается в том, что оно может работать совместно с релейно-контактной системой, а также самостоятельно. Это свойство позволяет безболезненно перейти на цифровое оборудование. Преимуществом данного цифрового устройства является то, что оно производится в России, а это обеспечивает наличие комплектующих изделий, а также постоянное гарантийное и послегарантийное обслуживание.

Устройство ТЭМП 2501-31 предназначено для применения в схемах вторичной коммутации на подстанциях с переменным, выпрямленным переменным или постоянным оперативным током с выполнением необходимых функций по защите, автоматике, управлению и сигнализации различных присоединений комплектных распределительных устройств 6–35 кВ. Устройство применяется для защиты от междуфазных коротких замыканий и замыканий на землю.

Терминал изготавливается в климатическом исполнении УХЛ3.1 по ГОСТ 15150–69 и предназначен для эксплуатации при температуре окружающего воздуха от +55 до –40 °С и относительной влажности воздуха не более 80 %. Место установки устройства должно быть защищено от попадания брызг воды, масел, эмульсий, а также от прямого воздействия солнечной радиации. По требованиям защиты человека от поражения электрическим током устройство соответствует классу 01 по ГОСТ 12.2.007.0–75. Технические характеристики устройства делают возможным его применение на реконструируемых объектах и небольших подстанциях промышленных предприятий.

Устройство ТЭМП 2501-31 выполнено с применением микропроцессорной элементной базы, которая позволяет реализовать многофункциональное устройство, совмещающее функции релейной защиты, управления, автоматике, сигнализации, измерения, регистрации (рис. 2). Наряду с основными функциями устройство выполняет и целый ряд вспомогательных функций: обеспечивает связь с сетью автоматической системой управления, фиксирует вид повреждения с записью тока повреждения и момента возникновения аварии, контролирует время включения-отключения выключателя и пр.

Размер буфера событий, передаваемых в автоматическую систему управления, составляет 31 событие. Перечень регистрируемых событий задается специальными параметрами – масками, которые доступны только по последовательному каналу.

Срок службы устройства не менее 20 лет при условии проведения требуемых технических мероприятий по обслуживанию. Средняя наработка на отказ не менее 100 тыс. ч. Среднее время восстановления работоспособного состояния устройства при наличии полного комплекта запасных блоков – не более 2 ч с учетом времени нахождения неисправности.

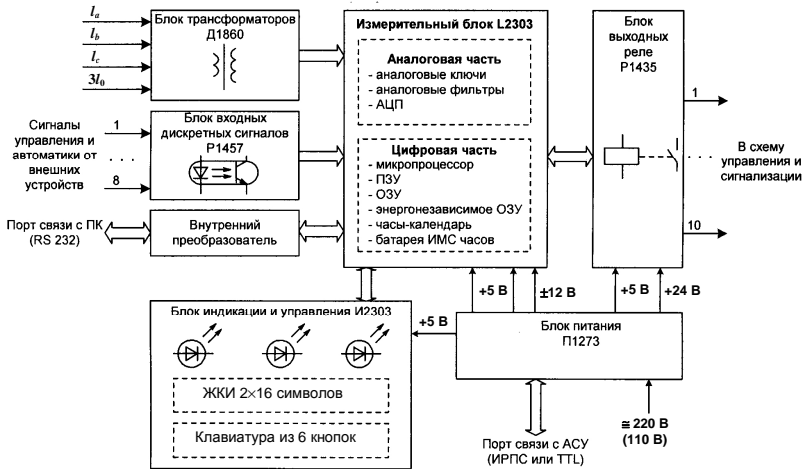


Рис. 2. Структурная схема ТЭМП 2501-31

В состав устройства входят следующие блоки [5]:

- блок питания П1273;
- блок входных трансформаторов Д1860;
- блок входных дискретных сигналов Р1457;
- блок индикации и управления И2303;
- измерительный блок L2303;
- блок выходных реле Р1435;
- объединительная плата.

Сопротивление до точки К1

$$Z_{K1} = \sqrt{r_{K1} + x_{r1}^2} = \sqrt{2,91^2 + 0,48^2} = 2,95 \text{ Ом.}$$

Ток при трехфазном КЗ в К1

$$I_{K1} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot Z_{K1}} = \frac{10500}{\sqrt{3} \cdot 2,95} = 2057 \text{ А.}$$

Максимальный рабочий ток $I_{\text{раб.макс}}$ равен сумме токов трансформаторов, подключенных к защищаемой линии:

$$\sum I_{\text{ном. тр}} = \frac{\sum S_{\text{ном. тр}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}} = \frac{1898}{\sqrt{3} \cdot 10} = 110 \text{ А.}$$

Ток срабатывания защиты

$$I_{\text{с.з}} \geq \frac{K_{\text{н}} \cdot K_{\text{сзп}}}{K_{\text{в}}} I_{\text{раб.макс}} = \frac{1,2 \cdot 1,2}{0,65} 110 = 244 \text{ А.}$$

Ток срабатывания реле

$$I_{\text{с.р}} = \frac{I_{\text{с.з}}}{n_{\text{м}}} = \frac{244}{20} = 12,2 \text{ А.}$$

Выбранная уставка равняется ближайшей уставке реле РТ и составляет 12,5 А.

Подобным образом были проведены расчеты защит трансформаторов, контактов, заземляющих устройств и молниезащиты, которые позволили узнать параметры для настройки ТЭМП 2501-31.

Библиографический список

1. Электрические сети и подстанции / Л.Н. Баптиданов, В.Л. Козис, Б.Н. Неклепаев, Б.В. Нечаев; под ред. Л.Н. Баптиданова. – М.; Л.: Госэнергоиздат, 2003. – 464 с.
2. Князевский Б.А., Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий: учебник. – 2-е изд. – М.: Высш. шк., 1979. – 431 с.
3. ПУЭ. Главгосэнергонадзор России. – М.: Энергосервис, 2010.
4. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю., Яшков В.А. Электроснабжение промышленных предприятий: учебник. – М.: Высш. шк., 2001. – 336 с.
5. Шабад М.А. Расчеты релейной защиты и автоматики распределительных сетей. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Энергия, 1976. – 288 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ НА РЕЖИМЫ РАБОТЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Студенты гр. АЭП-13 К.В. Шутов, гр. Э-10 В.А. Аюпов

Научный руководитель – доцент *Н.В. Паршонов*

Лысьвенский филиал Пермского национального
исследовательского политехнического университета

Системой электроснабжения называется комплекс устройств, предназначенных для производства, передачи и распределения электроэнергии. Комплексное решение вопросов проектирования систем электроснабжения промышленных предприятий в совокупности с необходимыми требованиями и стандартами электроснабжения позволяют экономически и технически грамотно работать всему предприятию. Оптимальное сочетание экономических и технических решений при проектировании систем электроснабжения совместно с внедрением энергосберегающих технологий есть наиболее существенная мера решения задачи уменьшения брака выпускаемой продукции и уменьшения расходов предприятия [1, 2].

Технически правильное решение при создании систем электроснабжения исключает появление недопустимых отклонений параметров электроэнергии (падение напряжения), неравномерное распределение токов по фазам, удорожание ремонтных, монтажных и эксплуатационных работ. Всё это влияет на производительность предприятия и качество выпускаемой продукции.

Под переходными процессами режимов электроснабжения понимается неустановившееся состояние режимов, причиной которых являются разнородные возмущения (короткие замыкания, сбросы и набросы мощности, отключение ЛЭП, трансформаторов и т.д.). Основной причиной возникновения электромагнитных переходных процессов являются преимущественно короткие замыкания (КЗ). Основными причинами КЗ, в свою очередь, являются перекрытие изоляции во время грозы, схлестывание и обрывы проводов при гололеде, перекрытие загрязненной и увлажненной изоляции, ошибки персонала и др.

В трехфазных системах с заземленной нейтралью различают следующие основные виды коротких замыканий:

- а) трехфазное;
- б) двухфазное;
- в) однофазное;
- г) двухфазное на землю.

Трехфазные короткие замыкания. Симметричное трехфазное КЗ – наиболее простой для расчета и анализа вид повреждения. Он характеризуется тем, что токи и напряжения всех фаз равны по значению как в месте КЗ, так и в любой другой точке сети:

$$\dot{I}_a = \dot{I}_b = \dot{I}_c; \dot{U}_a = \dot{U}_b = \dot{U}_c.$$

Поскольку система симметричная, ток КЗ, проходящий в каждой фазе, отстает от создающей его ЭДС на одинаковый угол φ_c , определяемый соотношением активного и реактивного сопротивлений цепи короткого замыкания:

$$\varphi_c = \operatorname{arctg} \frac{X_\Sigma}{R_\Sigma},$$

где $X_\Sigma = X_c + X_l$; $R_\Sigma = R_c + R_l$ – сопротивления системы и поврежденного участка ЛЭП.

Трехфазное короткое замыкание сопровождается резким снижением всех междуфазных напряжений (как в месте короткого замыкания, так и вблизи него).

Такое короткое замыкание является самым опасным повреждением для устойчивости параллельной работы энергосистемы и потребителей электроэнергии.

Двухфазное короткое замыкание. При двухфазном КЗ токи и напряжения разных фаз неодинаковые. Под действием междуфазной ЭДС E_{bc} возникают токи КЗ I_{bk} и I_{ck} . Их значения определяются по формуле $I_{bk} = I_{ck} = E_{bc}/2Z_\phi$, где $2Z_\phi$ – полное сопротивление прямой последовательности двух фаз ($2Z_\phi = Z_b + Z_c$). Токи в поврежденных фазах равны по значению, но противоположны по фазе, а ток в неповрежденной фазе равен нулю (при неучете нагрузок) $I_{bk} = I_{ck}$, $I_a = 0$.

Двухфазное КЗ характеризуется двумя особенностями:

1) векторы токов и напряжений образуют несимметричную, но уравновешенную систему. Наличие несимметрии указывает, что токи и напряжения имеют составляющие обратной последовательности наряду с прямой;

2) фазные напряжения даже в месте КЗ существенно больше нуля, только одно межфазное напряжение снижается до нуля, а значения двух других равны $1,5U_{\phi}$. Поэтому двухфазное КЗ менее опасно для устойчивости энергосистемы и потребителей электроэнергии.

Однофазное короткое замыкание. Однофазное короткое замыкание может иметь место только в сетях с заземленной нейтралью. Замыкание на землю одной фазы вызывает появление тока КЗ. Ток КЗ $I_{ак}$ возникает под действием ЭДС E_a , проходит по поврежденной фазе от источника питания и возвращается обратно по земле через заземленные нейтрали трансформаторов.

Особенности однофазного КЗ:

– токи и фазные напряжения образуют несимметричную и не-уравновешенную систему векторов.

– данное КЗ является наименее опасным видом повреждения с точки зрения устойчивости энергосистемы и работы потребителей.

Мероприятия по регистрации событий. Качество электроэнергии является показателем того, насколько хорошо система обеспечивает надежную работу подключенных к ней потребителей. Искажение параметров электроэнергии или другое событие может влиять на напряжение, силу тока или частоту. Причины искажений могут находиться в системах электропитания, потребителях или в коммунальных сетях.

Расходы, связанные с низким качеством электроэнергии, могут быть огромными. Потери производства: при каждой остановке производства теряется прибыль от продукции, которая не была выпущена и продана. Повреждение продукции: перебои электроснабжения могут привести к повреждениям частично изготовленной продукции, что, в свою очередь, приводит к повторному производству или утилизации поврежденной продукции. Расходы на энергию: поставщики электроэнергии могут взимать штрафы за низкий коэффициент мощности или высокое пиковое потребление.

Регистраторы событий позволяют определить параметры качества электроэнергии и зарегистрировать трудно выявляемые изменения напряжения за периоды времени, определенные пользователем. Ниже приведен перечень различных регистраторов событий.

Контроль качества электрической энергии. В зависимости от целей, решаемых при контроле и анализе качества электроэнергии (далее КЭ), измерения показателей качества электроэнергии (далее ПКЭ) могут иметь четыре формы:

- 1) диагностический контроль;
- 2) инспекционный контроль;
- 3) оперативный контроль;
- 4) коммерческий учет.

Диагностический контроль КЭ. Основной целью диагностического контроля на границе раздела электрических сетей потребителя и энергоснабжающей организации является обнаружение «виновника» ухудшения КЭ, определение допустимого вклада в нарушение требований стандарта по каждому ПКЭ, включение их в договор энергоснабжения, нормализация КЭ.

Инспекционный контроль КЭ осуществляется органами сертификации для получения информации о состоянии сертифицированной электроэнергии в электрических сетях энергоснабжающей организации, о соблюдении условий и правил применения сертификата с целью подтверждения того, что КЭ в течение времени действия сертификата продолжает соответствовать установленным требованиям.

Оперативный контроль КЭ необходим в условиях эксплуатации в точках электрической сети, где имеются и в ближайшей перспективе не могут быть устранены искажения напряжения. Оперативный контроль необходим в точках присоединения тяговых подстанций железнодорожного и городского электрифицированного транспорта, подстанций предприятий, имеющих ЭП с нелинейными характеристиками. Результаты оперативного контроля должны поступать по каналам связи на диспетчерские пункты электрической сети энергоснабжающей организации и системы электроснабжения промышленного предприятия. В таблице представлены различные регистраторы событий.

Сводная таблица предлагаемых регистраторов

№ п/п	Наименование прибора	Тип, марка	Цена тыс. руб.	Адрес запроса информации
1	Цифровой осциллограф	GDS-71022 (71102)	13,5 17,7	(495)504-37-31 210@priborm.ru
2	Малогобаритный регистратор	УЗА-10Р УЗА-10М.В2	21 44,8	(4742)71-94-89 Info-indikator@bk.ru
4	Регистратор аварий для необслуживаемых энергообъектов	«НЕВА-Р»	–	(812)103-13-73 mail@energsoyuz.ru
5	Маловходовый регистратор аварийных процессов	«НЕВА-М»	–	(812)103-13-73 mail@energsoyuz.ru

Окончание таблицы

№ п/п	Наименование прибора	Тип, марка	Цена тыс. руб.	Адрес запроса информации
7	Цифровой аварийный осциллограф для регистрации электрических событий	ЦАО РЭС-01	480	Фирма «Прософт-Е»
8	Контроллер аварий ввода	КАВ-2	35,4	(499)271-38-28 mirenergo@mirmsk.ru
9	Прибор для измерения и мониторинга качества электроэнергии (ПКЭ) по ГОСТ	LPW-305	32,5	+7(495)785-95-25 sale@lcard.ru

Заключение. В заключение всего вышесказанного необходимо отметить, что:

- для обеспечения надежной работы энергосистем и предотвращения повреждений оборудования при коротком замыкании необходимо быстро отключать поврежденный участок;

- для осуществления указанных мероприятий необходимо уметь определять ток короткого замыкания и характер его изменения во времени;

- короткое замыкание в одном из элементов энергетической системы способно нарушить ее функционирование в целом – у других потребителей может снизиться питающее напряжение, что может привести к повреждению устройства; в трехфазных сетях при коротких замыканиях возникает асимметрия напряжений, нарушающая нормальное электроснабжение.

По ограничению токов короткого замыкания выполняют следующие мероприятия:

- устанавливают токоограничивающие электрические реакторы;
- применяют распараллеливание электрических цепей, т.е. отключение секционных и шиносоединительных выключателей;

- используют понижающие трансформаторы с расщепленной обмоткой низкого напряжения;

- применяют отключающее оборудование – быстродействующие коммутационные аппараты с функцией ограничения тока короткого замыкания;

- используют плавкие предохранители и автоматические выключатели;

– применяют устройства релейной защиты для отключения поврежденных участков цепи.

Регистраторы событий позволяют следить за качеством электрической энергии, что позволяет своевременно реагировать на изменения в электроснабжении и разрабатывать мероприятия по предотвращению аварийных ситуаций.

Библиографический список

1. Основы электроснабжения промышленных предприятий / А.А. Федоров, В.В. Каменева. – М.: Энергия, 2001. – 408 с.
2. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю., Яшков В.А. Электроснабжение промышленных предприятий и установок. – М.: Высш. шк., 2001. – 336 с.

«УМНЫЙ» УЧЕТ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Студентка гр. МЭ-11-16 М.Ф. Бариева

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *В.В. Черняев*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Сегодня одной из самых актуальных общегосударственных задач во всем мире является энергосбережение и повышение энергетической эффективности. При этом одной из главных проблем является недоотпуск электрической энергии из-за участившихся случаев несанкционированного ее использования и повышения количества неплательщиков. Решением этой проблемы является внедрение интеллектуальных систем учета энергоресурсов.

В нашей стране активно внедряются разработки программы «умного» учета. Президиум Правительства РФ 17 марта 2011 г. принципиально одобрил проект программы развития систем коммерческого учета электроэнергии, которая предполагает оснащение 48 млн потребителей по всей России интеллектуальными приборами для учета расходов электроэнергии [1].

Создание комплексной системы учета электроэнергии позволяет осуществлять дистанционный контроль приборов учета в режиме реального времени, снизить уровень потерь электроэнергии и улучшить управление денежными потоками. Одна из основных целей проекта – выработка мер по стимулированию энергоэффективного потребления электроэнергии непосредственно со стороны потребителя. В данной работе предлагается заменить приборы учета в электрических сетях города Перми на комплексную систему учета электроэнергии (КСУЭ) на основе технологии Smart Metering для качественного и бесперебойного электроснабжения жилых домов путем дистанционного управления нагрузкой.

Недостатком существующей системы на сегодняшний день являются невозможность осуществлять дистанционный сбор данных о потребленной электрической энергии. Съем показаний производится вручную путем переписывания показаний счетного механизма персоналом службы транспорта электроэнергии или самими абонентами. Каналы связи между объектами отсутствуют.

Существующий учет не удовлетворяет требованиям розничного рынка электроэнергии.

Для получения достоверной, легитимной и юридически значимой информации о фактическом потреблении электроэнергии, удаленного съема данных с приборов учета, определения технологических расходов и потерь, удаленного ограничения нагрузки потребителей возникает необходимость в постоянном технологическом контроле приборов учета потребителей.

Основными целями программы являются: снижение удельного уровня энергопотребления за счет стимулирования бережливого поведения потребителей энергоресурсов; снижение уровня коммерческих и технических потерь энергии за счет их оперативного выявления и локализации; повышение информационной прозрачности розничного рынка электроэнергии за счет формирования полных и достоверных энергетических балансов; повышение надежности энергоснабжения в РФ за счет организации мониторинга параметров энергосистемы.

Программа предусматривает решение следующих *ключевых задач*:

- формирование целостной и эффективной системы коммерческого и технического учета электроэнергии на основе технологий интеллектуального учета;
- повышение оперативности выявления и реагирования энергоснабжающих организаций на изменения параметров электрической сети;
- прогнозирование и сглаживание пиков энергопотребления;
- повышение операционной эффективности розничного рынка электроэнергии за счет снижения постоянных расходов;
- повышение эффективности и качества планирования развития энергетических сетей за счет формирования энергетического профиля и прогнозирования его развития в разрезе сегментов сети;
- повышение прозрачности и своевременности расчетов за энергоресурсы;
- стимулирование развития производства инновационной продукции и программного обеспечения на территории РФ;
- внесение необходимых изменений в нормативно-правовую базу.

Требования к системе в целом и ее структура. Система должна обеспечить:

- хранение данных в базе в течение нескольких лет с ежедневным резервированием на внешних носителях информации;

- снятие показаний со всех контролируемых измерительно-информационных комплексов электрической энергии на единый момент времени;

- диагностику функционирования технических и программных средств;

- конфигурирование и настройку параметров выполнения измерений и иных действий;

- ведение системы единого времени, выработку текущего времени с погрешностью не более 5 секунд в сутки как при наличии внешнего питания, так и при полном обесточивании устройства (на период не менее одного месяца);

- автоматическое предоставление результатов измерений биллинговым системам розничного рынка, а также субъектам оперативно-диспетчерского управления (при наличии соответствующих условий в договорах или соглашениях);

- измерение следующих показателей качества электрической энергии: действующего значения напряжения, частоты, длительности провала напряжения, глубины провала напряжения, длительности перенапряжения;

- вычисление всех необходимых показателей энергопотребления, возможность изменения в процессе работы состава и количества учитываемых параметров, а также механизмов их вычислений;

- формирование балансов присоединений и шин центров питания на уровне информационно-вычислительных комплексов.

Должна существовать возможность автоматически и вручную сравнить (с возможностью частично или полностью выключить эту функцию) данные о замене, параметрировании, сбоях счетчиков, которые принадлежат КСУЭ, с возможностью генерации сообщения ответственным лицам о несовпадении указанных данных. Несовпадающие данные счетчиков должны быть сохранены в базе данных КСУЭ для просмотра и анализа.

В системе должна быть возможность программно установить и впоследствии изменять для каждого счетчика сценарий передачи данных. Система должна обеспечивать возможности отключения/включения/ограничения предельной мощности нагрузки потребителей, при этом система должна быть адаптирована для удобства массового управления счетчиками/группами счетчиков.

Система должна иметь возможность подключения к ней пользователей с ограниченными правами просмотра удаленно (из любой точки, включая низкоскоростные каналы связи).

Система должна обеспечить защиту данных от фальсификации и несанкционированного вмешательства.

Структурная схема. Структура и иерархия создаваемой системы КСУЭ должна соответствовать современной структуре управления в электроэнергетике и включать в себя три уровня:

1 уровень – измерительно-информационные комплексы (ИИК). В их состав входят счетчики электрической энергии, вторичные измерительные цепи, измерительные трансформаторы тока.

2 уровень – информационно-вычислительные комплексы электроустановок (ИВКЭ). В их состав входят устройства сбора и передачи данных, контроллеры, концентраторы, маршрутизаторы.

3 уровень – информационно-вычислительный комплекс (ИВК).

На уровне ИИК происходит первичный сбор информации по точке учета. На данном уровне информация о потребленной электрической энергии сохраняется в приборе учета для ее дальнейшей передачи на уровень ИВКЭ. На уровне ИВКЭ (концентратор, УСПД) происходит сбор первичной информации посредством канала PLC, ее обработка и дальнейшая передача посредством каналов связи (Ethernet, GSM).

На уровне ИВК (ПО ИВК) должен происходить с заданной дискретностью автоматический сбор измеренных и вычисленных счетчиком данных, привязанных к единому времени в системе, путем опроса ИВКЭ посредством канала связи, обеспеченного соединением с модемом ИВКЭ. Полученные данные должны проверяться на полноту и целостность, а затем архивироваться в базе данных ИВК. ПО ИВК должно обеспечивать всем пользователям системы предоставление данных в визуальном (графическом и табличном) формате и формирование отчетных форм.

Для обеспечения единства измерений в создаваемой системе необходимо использование единого календарного времени, для поддержания которого предназначена система обеспечения единого времени (СОЕВ). СОЕВ охватывает все уровни КСУЭ. Синхронизация источника осуществляется от сигналов спутниковых радионавигационных систем, как российской ГЛОНАСС, так и GPS, что повышает точность определения времени и снижает зависимость от зарубежных навигационных систем [2].

Структурная схема КСУЭ приведена на рисунке.

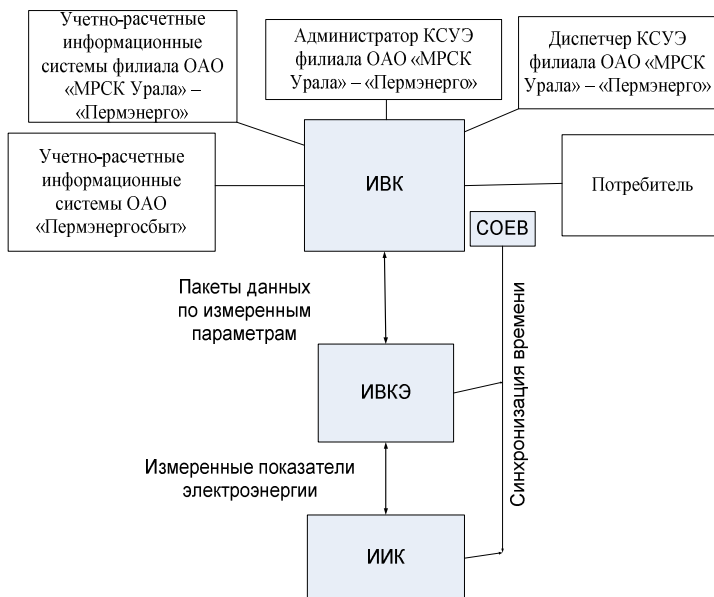


Рис. Структурная схема КСУЭ

Ожидаемым эффектом от внедрения комплексной системы учета электроэнергии является снижение потерь электроэнергии и операционных затрат сетевой компании и стимулирование использования энергосберегающих технологий на бытовом уровне, как следствие, выравнивание графика нагрузки и снижение неэффективного использования электрической энергии и мощности.

Библиографический список

1. Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности: Федер. закон от 23.11.2009 № 261 // Доступ из справ.-правовой системы КонсультантПлюс.
2. Справочник по проектированию электрических сетей / под ред. Д.Л. Файбисовича. – М.: НЦ «ЭНАС», 2005.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШИРОКОПОЛОСНОГО ДОСТУПА В НОВОСТРОЙКАХ ЛЕНИНСКОГО РАЙОНА ГОРОДА ПЕРМИ

Студентка гр. КРЭС-10 Т.В. Мальцева

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *В.Н. Осколков*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Задача исследования состоит в проектировании широкополосного доступа (ШПД) в новостройки по адресам: ул. Вильвинская, д. 6, ул. Кронштадская, д. 37 и ул. Механошина, д. 15 от существующего узла агрегации (УА) по адресу ул. Попова, 17. Далее представлены основные требования технического задания, которые включают в себя перечень служб, к которым должен быть обеспечен доступ:

- доступ к услугам «SIP-телефон», «SIP-офис»;
- доступ к ресурсам Интернета;
- доступ к корпоративному IP VPN;
- доступ к IP VPN служб содержания домов (сбор данных по электроэнергии, учету тепла, внешнее наблюдение за территорией и т.д.);
- организация телематических услуг;
- возможность работы корпоративных клиентов со статическим IP-адресом;
- видеоконференцсвязь;
- доступ к видеосервисам: телевидение (IP-TV), видео по требованию (VoD), видео по расписанию (NVoD).

Во время проектирования сети оптического широкополосного доступа существующие распределительная и магистральные сети были максимально задействованы для присоединения домов. Проектом предусмотрено расширение и присоединение проектируемой сети связи к существующему узлу агрегации, принадлежащему ОАО «Ростелеком».

Строительство мультисервисной сети оптического доступа за проектировано по иерархической системе, включающей в себя три уровня: ядро, уровень агрегации и уровень доступа.

Далее рассмотрим подробнее принципиальные проектные решения для каждой новостройки в отдельности (рисунок).

Ул. Механошина, 15. Магистральная сеть по новостройке запроектирована от оптической муфты, монтируемой в смотровом устройстве № 174.

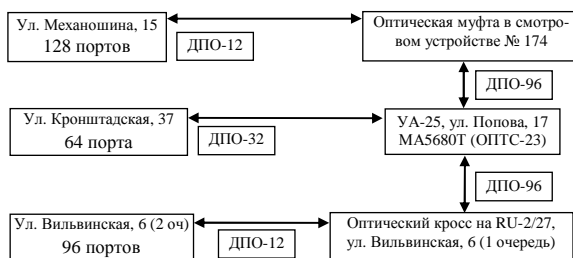


Рис. Схема организации сети связи

В кабельной канализации запроектирована прокладка кабеля ДПО-П-12. В жилом доме устанавливаются четыре шкафа ШКОН-64. В оптические шкафы ШКОН-64 устанавливаются четыре сплиттера 1×32. По кабельным стоякам прокладывается распределительный кабель РАСе-32. На каждом этаже устанавливаются протяжные коробки КП-2.

Ул. Вильвинская, 6 (2-я очередь). Магистральная сеть по новостройке запроектирована от оптического кросса на RU-2/27 по адресу ул. Вильвинская, 6 (1-я очередь). По подвальному помещению запроектирована прокладка кабеля ДПО-П-12. В жилом доме устанавливаются четыре шкафа ШКОН-64. В оптические шкафы ШКОН-64 устанавливаются два сплиттера 1×32, два сплиттера 1×16. По кабельным стоякам прокладывается распределительный кабель РАСе-12, РАСе-24, РАСе-36, РАСе-48. На каждом этаже устанавливаются протяжные коробки КП-2.

Ул. Кронштадская, 37. Магистральная сеть по новостройке запроектирована от УА-25, ул. Попова, 17. В кабельной канализации запроектирована прокладка кабеля ДПО-П-32, ДПО-П-8. В жилом доме устанавливаются два шкафа ШКОН-64. В оптические шкафы ШКОН-64 устанавливаются два сплиттера 1×32. По кабельным стоякам прокладывается распределительный кабель РАСе-32, РАСе-48. На каждом этаже устанавливаются протяжные коробки КП-2.

В проекте рассмотрено дооборудование существующего мультисервисного модуля доступа МА5680Т (ул. Попова, 17) в Ленинском районе города Перми. Планируемое количество портов – 288. Подключение узлов по адресам: ул. Механошина, 15; ул. Кронштадская, 37 осуществляется путем прокладки волоконно-оптического кабеля ДПО в существующей и проектируемой кабельной канализации и ремонта существующей оптической муфты

МТОК-В2/216. Подключение узлов по адресу ул. Вильвинская, 6 (2-я очередь) осуществляется через техническое подполье между данным домом и домом по адресу ул. Вильвинская, 6 (1-я очередь) путем прокладки волоконно-оптического кабеля ДПО в существующей и проектируемой кабельной канализации и ремонта существующей оптической муфты МТОК-В2/216.

Длина проектируемой линии связи с запасом на монтаж и укладку составит 3679 м.

Проектируемые объекты соединяются волоконно-оптическими линиями связи.

Проектирование оптимального варианта прохождения трассы кабельной линии связи определено расположением начальных и конечных пунктов. При выборе трассы должны быть учтены основные требования:

- обеспечение оптимально лучших условий эксплуатационно-технического обслуживания линейных сооружений и их надежной работы;
- минимум затрат на защиту кабеля от ударов молнии, всех видов электромагнитного воздействия и коррозии;
- минимум препятствий при строительстве (автомобильные или железные дороги, подземные сооружения и т.п.);
- минимум затрат на капитальное строительство.

Дальнейший способ прокладки оптоволоконного кабеля определяется по характеру трассы. Прокладка кабеля может осуществляться в кабельных блоках или по конструкциям подстанции.

Наличие или отсутствие действующей кабельной канализации влияет на выбор способа прокладки. Прокладка оптоволоконного кабеля в кабельной канализации проводится после предварительной подготовки каналов: в канале протягивается заготовка (провоолока), при помощи которой трос, конец которого оснащают компенсатором кручения и проволочным кабельным «чулком» для подсоединения и протягивания в канале оптоволоконного кабеля, втягивают в канал.

РАСЧЕТ РЕЖИМА РАБОТЫ СПЭ-КАБЕЛЯ С АЛЮМИНИЕВЫМИ ЭКРАНАМИ

Студент гр. МЭ-11-16 И.В. Кирсаяев

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент В.В. Черняев

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

В настоящее время на кабельных предприятиях России происходит настоящий всплеск в освоении производства силовых кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена (СПЭ) на низкое и среднее напряжение 1–35 кВ. Крупные предприятия России инвестируют средства в эти новые для России технологии и дорогостоящее оборудование.

Рассмотрим типовую конструкцию кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена на примере силового кабеля марки ПвП 1×240/35-10. Кабель ПвП предназначен для передачи и распределения электрической энергии в стационарных установках на номинальное переменное напряжение 35 кВ номинальной частотой 50 Гц для сетей с заземленной и изолированной нейтралью; для прокладки в земле (в траншеях), если кабель защищен от механических повреждений; для эксплуатации при прокладке в земле независимо от степени коррозионной активности грунтов [1, 2]. Внешний вид кабеля представлен на рис. 1.

Описание структуры кабеля. В настоящий момент основным материалом для экранов является медь. Учитывая ее высокую стоимость, целесообразно рассмотреть вопрос замены медного экрана на алюминиевый. Для этого подберем сечение алюминиевого экрана, которое будет эквивалентно по сопротивлению экрану из медных проволок, с учетом температуры экрана.

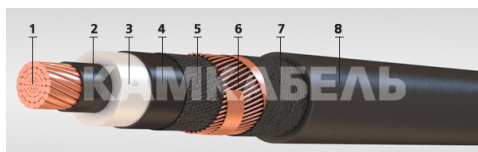


Рис. 1. Силовой кабель марки ПвП 1×240/35-10: 1 – круглая многопроволочная уплотненная токопроводящая жила из меди; 2 – экран по жиле из экструдированного полупроводящего сшитого полиэтилена; 3 – изоляция из сшитого полиэтилена (Пв); 4 – экран по изоляции из экструдированного полупроводящего сшитого полиэтилена; 5 – разделительный слой; 6 – экран из медных проволок, скрепленных медной лентой; 7 – разделительный слой; 8 – оболочка из полиэтилена (П)

С этой целью рассчитаем температуру экрана при максимальном допустимом токе, проходящем через жилу, для чего строим тепловую схему замещения кабеля [1, 2] (рис. 2).

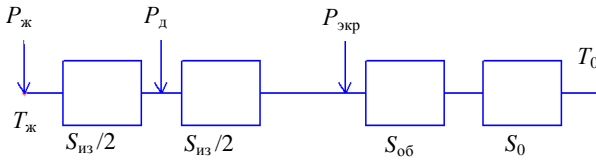


Рис. 2. Тепловая схема замещения: $P_{ж}$ – потери в жиле;
 $P_{д}$ – диэлектрические потери; $P_{экр}$ – потери в экране;
 $T_{ж}$ – температура жилы; T_0 – температура окружающей среды;
 $S_{из}$ – тепловое сопротивление изоляции;
 $S_{об}$ – тепловое сопротивление оболочки;
 S_0 – тепловое сопротивление окружающей среды

Остальными тепловыми сопротивлениями экранов пренебрегали ввиду их высокой теплопроводности.

Температура на экране вычисляется итерационным методом. На первом шаге вычисляем сопротивление и потери в экране при температуре 20 °С. Затем по известным теплопотерям определялась температура экрана и уточнялось его сопротивление. Из расчетов следует, что для получения тех же характеристик экрана требуется увеличение количества проволок с 14 до 23 при одинаковом диаметре (рис. 3).

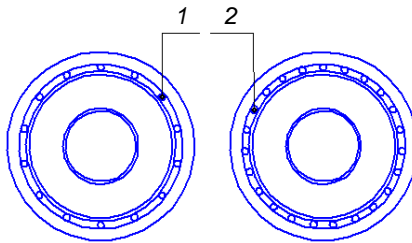


Рис. 3. Конструкция кабеля с медным (1) и алюминиевым (2) экранами

Для учета взаимного влияния кабелей, смонтированных в линию, была построена ее двумерная модель в пакете ANSYS. Расстояние между кабелями принималось равным 10 см согласно ПУЭ. Условия прокладки – в земле (рис. 4).

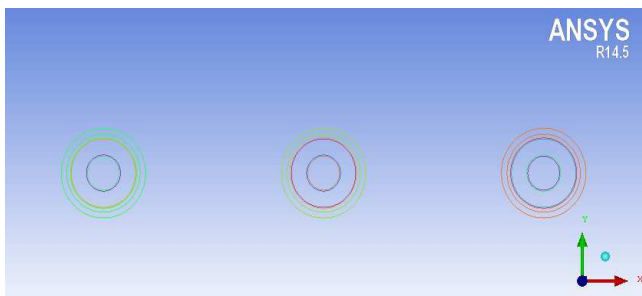


Рис. 4. Двумерная модель кабельных линий

Результаты решения представлены на рис. 5 и 6.

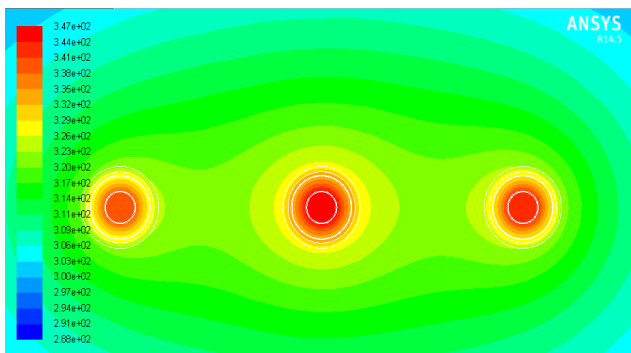


Рис. 5. Тепловое поле кабеля с экраном из медных проволочек в количестве 14

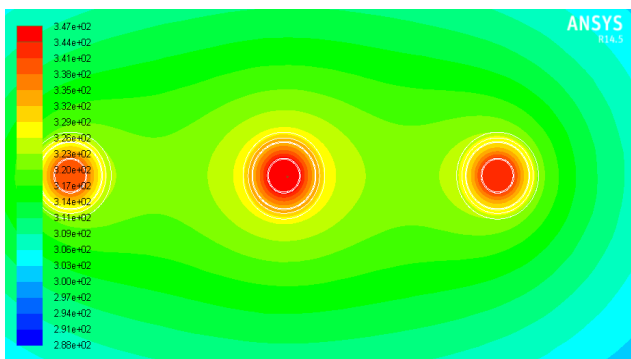


Рис. 6. Тепловое поля кабеля с экраном из алюминиевых проволочек в количестве 23

Выполненный расчет показал, что тепловые поля кабелей с разным типом экранов совпадают, а значит, замена дорогостоящей меди на более дешевый алюминий оправдана.

Кроме того, расчет показал, что температурное поле кабельной линии в отличие от одиночно проложенного кабеля неоднородно. Температура центрального кабеля будет выше, чем температура крайних кабелей, что можно объяснить взаимным тепловым влиянием кабелей, проложенных совместно.

Библиографический список

1. Ковригин Л.А. Основы кабельной техники: учеб. пособие. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2006. – 94 с.
2. Основы кабельной техники / под общ. ред. проф. В.А. Привезенцева. – М.: Энергия, 1967. – 469 с.

БЛОК УПРАВЛЕНИЯ ЦИФРОВОЙ ДЛЯ ЛАЗЕРА НАКАЧКИ ОПТОВОЛОКОННОГО ГИРОСКОПА

Студент гр. КРЭС-10 **Е.В. Макаров**

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Научный руководитель – начальник КБ электроники
ОАО «ПНППК» *А.А. Гаркушин*

В последнее время в связи с бурным развитием автоматизированных систем контроля и управления, внедрением новых технологических процессов и переходом к гибким автоматизированным производствам нарастает необходимость в датчиках. Кроме высоких метрологических характеристик в датчиках необходима высокая надежность, долговечность, стабильность, минимальные габариты, масса и энергопотребление, совместимость с микроэлектронными устройствами обработки информации при низкой трудоемкости изготовления и невысокой стоимости. Этим требованиям в максимальной степени отвечают волоконно-оптические датчики – датчики, которые в качестве основного элемента используют оптическое волокно (рис. 1).

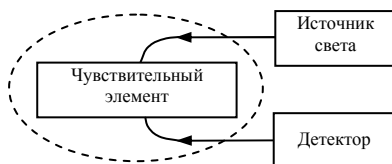


Рис. 1. Волоконно-оптический датчик

Несмотря на всю сложность использования данных элементов, они существенно помогают повысить точность и контроль над всей системой, в которой используются. Это непосредственно улучшит мониторинг всей системы.

В работе представлены результаты разработки твердотельного лазера полупроводникового типа.

Полупроводниковый лазер – твердотельный лазер, в котором в качестве рабочего вещества используется полупроводник. В таком лазере, в отличие от лазеров других типов (в том числе и других твердотельных), используются излучательные переходы не между изолированными уровнями энергии атомов, молекул и ионов, а между разрешенными энергетическими зонами или подзонами кристалла. В полупроводниковом лазере накачка осуществляется:

- непосредственно электрическим током (прямая накачка);
- электронным пучком;
- электромагнитным излучением.

Наше исследование заключается в разработке блока управления цифровой (БУЦ) предназначен:

- 1) для сбора информации по температуре лазерного диода в составе;
- 2) управления лазерным диодом (ЛД) накачки:
 - управления током накачки (ЛД) по заданному алгоритму;
 - стабилизации выходной мощности ВИИ по сигналу обратной связи;
- 3) управления элементом Пельтье (стабилизации температуры ЛД);
- 4) стабилизации и контроля мощности излучения лазера;
- 5) установки начальных (регулируемых) параметров, алгоритмов управления;
- 6) формирования выходных данных для тестирования, оценки работоспособности;
- 7) защиты ЛД от критических режимов работы;

Для управления лазером используется два метода: метод управления по току и метод управления по мощности.

Функциональная схема БУЦ состоит из микроконтроллера, схемы управления элементом Пельтье, драйвера лазера накачки, схемой включения фотодатчика обратной связи, лазерного диода, преобразователей уровня и напряжения, и интерфейса RS-232. В связи с необходимостью перехода от импортной элементной базы на отечественную, данная разработка производится на отечественной элементной базе.

Драйвер лазера накачки состоит из монитора напряжения, который передает данные с лазерного диода на микроконтроллер, это позволяет управлять напряжением ЛД. Схема управления смещением напряжения позволяет установить определенный режим ЛД по току.

Схема управления элементом Пельтье состоит из схемы формирования ошибки, которая проверяет и сравнивает сигналы на входе и выходе, что обеспечивает дополнительную безопасность от перенапряжения. ПИД-регулятор используется для формирования управляющего сигнала драйвера элемента Пельтье. Сам же драйвер элемента Пельтье отслеживает, чтобы ЛД не нагревался, т.е. позволяет контролировать напряжения питания ЛД. Схема включения фотодатчика обратной связи предназначена для управления ЛД по мощности. С помощью интерфейса RS-232 все данные по напряжению, температуре и току передаются из микроконтроллера на пульт управления.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОММУТАЦИОННОГО БЛОКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КРАНОМАНИПУЛЯТОРНОЙ УСТАНОВКОЙ

Студент гр. КРЭС-10-1 А.В. Овчинников

Научный руководитель – старший преподаватель *А.А. Шаронов*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

В современной радиоэлектронике всё большее значение приобретают цифровые методы обработки информации. Постепенно в ряде областей цифровые приборы вытесняют аналоговые.

Микроэлектроника как новое научно-техническое направление электроники решает проблему создания высоконадежной, экономичной и миниатюрной радиоэлектронной аппаратуры, вычислительной техники и систем автоматизации при широком наборе выполняемых функций и большом объеме перерабатываемой информации.

Одновременно с развитием микропроцессоров разрабатываются алгоритмы управления оборудованием и программное обеспечение микропроцессорных систем управления, что обеспечивает непрерывное внедрение микропроцессорной техники.

Интенсивное сращивание гидроприводов с электронными системами управления, применение «интеллектуальных» гидрокompонентов со встроенной электроникой и специальных коммутационных средств (полевых шин) с открытой структурой позволяют успешно сочетать исключительные силовые и динамические качества гидравлики с быстро развивающимися возможностями микроэлектроники и комплексных систем управления. При этом удается легко выполнить индивидуальные требования заказчика («припасовку» гидропривода под конкретное техническое решение), открываются перспективы существенного повышения быстродействия, снижения затрат на кабели, повышения помехозащищенности, упрощения калибровки обеспечения диагностики неисправностей. В электрогидравлических приводах растет использование цифровых электронных устройств, обеспечивающих быструю обработку данных, простое программирование, повышенную надежность, числовое задание настроек и возможность длительного сохранения информации. Хорошие перспективы и у так называемых ШИМ-усилителей, в которых изменение выходного сигнала достигается за счет широтно-импульсной модуляции. В результате амплитуда

и частота генерируемых усилителем импульсов остаются постоянными, а ширина импульса определяется величиной входного сигнала управления.

При этом пульсирующий характер сигнала, поступающего в обмотку пропорционального электромагнита, вызывает соответствующие колебания якоря и, возможно, золотника гидрораспределителя, что позволяет существенно снизить трение и улучшить характеристики аппарата в целом.

Большое значение, особенно в мобильной технике, приобретает существенное уменьшение количества и упрощение трассировки гидрролиний. Если при ручном управлении в кабине располагались рукоятки всех гидрораспределителей, соединенных с гидродвигателями (цилиндрами и моторами) многочисленными трубопроводами, то в пропорциональной версии управляющая гидроаппаратура размещена в удобном месте вблизи от соответствующих гидродвигателей, а связь с пультом оператора реализуется электрическими шинами.

Разработка принципиальной электрической схемы. Схема формирует управляющие сигналы для гидрораспределителя в диапазоне от 25 до 75 % от $U_{пит}$. Нейтральное положение гидрораспределителя $U_{пит}/2$.

К устройству подключается пульт управления, содержащий пять аналоговых управляющих органов с интерфейсом аналоговая «токовая петля» 4–20 мА и дискретными сигналами управления.

Схема обрабатывает сигналы двух датчиков с гидрораспределителя крано-манипуляторной установки с активным логическим 0 (перегрев, концевик), дополнительно подключен вибродатчик с интерфейсом аналоговая «токовая петля» 4–20 мА.

В устройстве реализовано дистанционное питание с пульта управления, сирены, освещения, переключение питания на гидрораспределитель.

Предусмотрено подключение к устройству посредством интерфейса Bluetooth.

Элементы, используемые при разработке устройства, отечественного производства, исключением может быть модуль Bluetooth.

В экспериментальном образце допускаются элементы в пластиковых корпусах и частично зарубежного производства. В дальнейшем (опытный образец) все элементы будут заменены на отечественные в металлокерамических корпусах с приемкой 5, включая разъемы. Предусмотрен внешний сторожевой таймер.

Разработка печатной платы. Плата имеет размеры 140×184 мм.

Печатная плата обладает 5-м классом точности: $t = 0,1$; $S = 0,1$; $b = 0,025$; $f = 0,2$; где t – ширина печатного проводника; S – расстояние между краями соседних элементов проводящего рисунка; b – гарантированный поясок; f – отношение номинального значения диаметра наименьшего из металлизированных отверстий к толщине печатной платы.

Материалом для изготовления печатной платы должен быть двухсторонний текстолит.

Разработка управляющей программы устройства. Программа обрабатывает сигналы органов управления с пульта и формирует управляющие сигналы для гидрораспределителя и дискретных цепей устройства.

В случае нейтрального положения рукояток пульта для гидрораспределителя формирует сигнал $U_{пит}/2$.

При срабатывании датчика перегрева и концевика прекращается работа гидрораспределителя.

Реализовано масштабирование 1:1 и 1:3.

МАРКЕТИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Студент гр. МЭ-11бзу Е.С. Малыгин
Научный руководитель – доцент *Т.В. Костыгова*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Проблема энергосбережения в настоящее время принимает все большую актуальность. Значительная часть электроэнергии, потребляемой предприятиями и организациями, расходуется на освещение производственных помещений и уличное освещение. Следовательно, возникает задача модернизации в области освещения путем применения энергосберегающих источников света.

Объектом исследования являются светодиодные светильники, предлагаемые для установки в металлообрабатывающем цехе ОАО НПО «Искра», предметом – маркетинговое исследование искусственных источников освещения.

Анализ данных позволил сделать выводы о том, что светодиодные источники света превосходят ртутные и натриевые светильники по большинству характеристик: имеют больший срок эксплуатации, большую светоотдачу, меньшее потребление электроэнергии и, что немаловажно, полное отсутствие пульсации. Кроме того, из-за высокого индекса цветопередачи они дают более приятный свет, недоступный световым решениям ртутных и натриевых светильников.

Однако и у светодиодных светильников есть свои недостатки. Так, например, недостатком использования светодиодов для освещения является необходимость отвода тепла. При недостаточном теплоотводе происходит испарение кристалла, т.е. его деградация. Также к недостаткам светодиодных светильников можно отнести их высокую стоимость.

Представлены сравнительные характеристики светодиодных светильников различных компаний: ООО «Новый источник света», ООО «Новый свет», торговый дом «Ферекс», ООО «ПНППК-Электрон-Контракт», компания «ФОКУС».

Проведен расчет необходимого количества светильников для требуемой искусственной освещенности металлообрабатывающего цеха ОАО НПО «Искра» (табл. 1).

Таблица 1

Расчет необходимого количества светильников

Показатели	ООО «Новый свет» NLCO ИНВ200-04-С-01	ООО «Новый источник света» СдСУ-11-064-155/Г50	ООО ТД «Ферекс» ДСП 01-135-50-Д120	ООО «ПНППК-Электрон-Контракт» ДСУ 11-112-135-00х	Компания «ФОКУС» УСС-130
Площадь помещения, м ²	1560	1560	1560	1560	1560
Индекс помещения φ	1,62	1,62	1,62	1,62	1,62
Коэффициент использования осветительной установки	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Количество светильников, шт.	36	62	54	74	51

Исходя из результатов, представленных в табл. 1, можно сделать вывод, что для обеспечения требуемой освещенности 200 Лк, в соответствии со СНиП 23-05-95, при различных параметрах светильников рассматриваемых фирм требуется от 36 до 74 шт.

Параметры светодиодных светильников приведены в табл. 2.

Таблица 2

Параметры светодиодных светильников

Параметры сравнения	ООО «Новый свет» NLCO ИНВ200-04-С-01	ООО «Новый источник света» СдСУ-11-064-155/Г50	ООО ТД «Ферекс» ДСП 01-135-50-Д120	ООО «ПНППК-Электрон-Контракт» ДСУ 11-112-135-00х	Компания «ФОКУС» УСС-130
Необходимое количество светильников, шт.	36	62	54	74	51
Цена светильника, руб.	11700	14000	10500	13500	27300
Потребление электроэнергии, Вт	200	155	135	110	130
Коэффициент пульсации	0	0	0	0	0
Световой поток светильника, Lm	24000	14000	16000	11800	17000
Гарантийный срок, лет	5	5	5	3	3
Цветовая температура, К	5000-5500	5000	4700-5300	3000-5000	4500-5500

Проведем оценку светильников по пятибалльной шкале (табл. 3, рисунок).

Таблица 3

Оценка светильников по пятибалльной шкале

Параметры сравнения	ООО «Новый свет» NLCO ИНВ200-04- С-01	ООО «Новый источник света» СДСУ-11- 064-155/Т50	ООО ТД «Ферекс» ДСП 01- 135-50- Д120	ООО «ПНППК-Электрон-Контракт» ДСУ 11- 112-135-00х	Компания «ФОКУС» УСС-130
Необходимое количество светильников	5	2	3	1	4
Цена светильника	4	2	5	3	1
Потребление электроэнергии	1	2	3	5	4
Коэффициент пульсации	5	5	5	5	5
Световой поток светильника	5	2	3	1	4
Гарантийный срок	5	5	5	3	3
Цветовая температура	5	3	4	3	5
Итого баллов	30	21	28	21	26

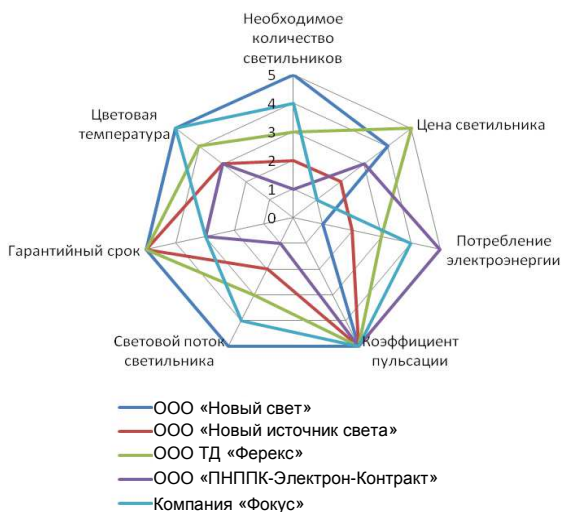


Рис. Оценка светильников по пятибалльной шкале

Таким образом, по итогам оценки светильников по выбранным параметрам для освещения цеха рекомендуем выбрать в качестве поставщика светильников ООО «Новый свет», поскольку у них лучшее соотношение цены и основных характеристик. Альтернативой могут послужить такие фирмы, как ООО ТД «Ферекс» и компания «ФОКУС».

Ожидаемый экономический эффект и снижение себестоимости продукции от внедрения мероприятия приведен в табл. 4.

Таблица 4

Годовой экономический эффект

Показатели	ООО «Новый свет» NLCO INB200-04-C-01	ООО ТД «Ферекс» ДСП 01-135-50-Д120	Компания «ФОКУС» УСС-130
Годовая экономия, руб.	554534,10	553124,97	563458,59
Единовременные затраты, руб.	1422800,00	2018600,00	2768900,00
Годовой экономический эффект, руб.	341114,10	250335,00	148123,60

Таким образом, при примерно одинаковой годовой экономии величина, за счет варьируемой суммы единовременных затрат, годового экономического эффекта от внедрения светильников ООО «Новый свет» будет наибольшей и составит 341 тыс. руб.

Наименьший срок окупаемости затрат – примерно 2,6 года – оказался у ООО «Новый свет».

Таким образом, по итогам оценки светильников по техническим характеристикам, по общим затратам на внедрение, а также по таким важным показателям, как экономический эффект от внедрения и срок окупаемости нового оборудования, в качестве поставщика светильников для модернизации системы освещения предлагаем ООО «Новый свет», которое занимает лидирующие позиции по основным параметрам оценки.

ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМА РАБОТЫ КАБЕЛЕЙ В КАБЕЛЬНОМ КАНАЛЕ С УДВОЕННЫМ КОЛИЧЕСТВОМ КАБЕЛЕЙ НА МАКСИМАЛЬНУЮ ТЕМПЕРАТУРУ ИЗОЛЯЦИЙ КАБЕЛЕЙ

Студент гр. КТЭИ-11-1 О.И. Усович

Научный руководитель – д-р техн. наук, профессор *Н.М. Труфанова*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

В данной работе рассматривается проблема режима работы кабелей в кабельном канале с удвоенным количеством кабелей.

В статье «Снижение затрат при капитальном строительстве кабельных сооружений» в журнале «Кабель-News» [1] была приведена информация о новом способе крепления кабелей. В статье предлагается дополнительно крепить кабели к нижней части полки. В данной работе проверялась возможность использования новых креплений с целью определения их влияния на максимальную температуру изоляции, а в статье «Математическое моделирование нестационарных процессов теплопереноса в прямоугольном кабельном канале» в журнале «Вестник ПНИПУ. Электротехника, информационные технологии, системы управления» [4] были приведены результаты проверки возможности использования новых креплений с целью определения их влияния на максимальную температуру изоляции. В ходе проверки выяснилось, что использование кабельного канала с увеличенным числом кабельных линий возможно, если уменьшить токовую нагрузку. В данной работе проверялась возможность использования новых креплений при различных режимах работы кабелей с неизменной токовой нагрузкой.

Вокруг кабельного канала находится земля. Теплопроводность земли принята равной теплопроводности бетона. Внутри кабельного канала находится воздух. Геометрические размеры кабельного канала и расположение кабелей показаны на рис. 1.

Кабельная линия состоит из трех кабелей марки ПвП2г 1х150/35-20. Наружный диаметр составляет 36 мм, а диаметр ТПЖ 14 мм. Расстояние между кабелями 70 мм.

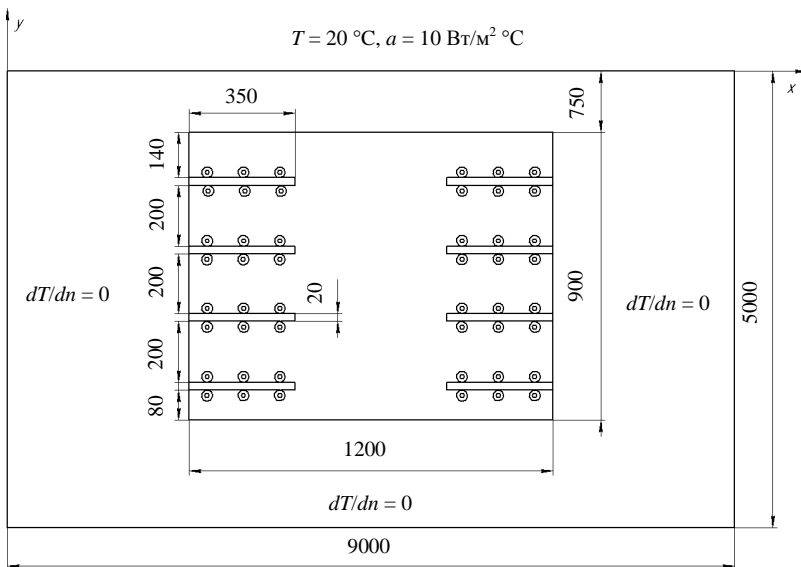


Рис. 1. Геометрические размеры и граничные условия кабельного канала

При решении задач учитывались естественная конвекция воздуха в кабельном канале, лучистый теплообмен, гравитационная составляющая для описания конвективного теплопереноса.

Математическая модель движения и теплоперенос воздуха основываются на законах сохранения массы, количества движения и энергии [2]. Были сделаны следующие допущения: задача стационарная, течение ламинарное, теплопроводность материалов постоянна, сложная конструкция изоляции, оболочки и других конструктивных элементов кабеля заменена однородным монолитом из сшитого полиэтилена с усредненными свойствами.

С учетом сделанных предположений система дифференциальных уравнений в двухмерной постановке, описывающих процессы теплопереноса в кабельном канале, имеет следующий вид:

– уравнения движения

$$U_x \frac{\partial U_x}{\partial x} + U_y \frac{\partial U_x}{\partial y} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x} \mu \frac{\partial U_x}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} \mu \frac{\partial U_x}{\partial y}, \quad (1)$$

$$U_x \frac{\partial U_y}{\partial x} + U_y \frac{\partial U_y}{\partial y} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial x} \mu \frac{\partial U_y}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} \mu \frac{\partial U_y}{\partial y} + \frac{g\beta(T-T_0)}{\rho}; \quad (2)$$

– уравнение неразрывности

$$U_x \frac{\partial \rho}{\partial x} + U_y \frac{\partial \rho}{\partial y} = \rho \left(\frac{\partial U_x}{\partial x} + \frac{\partial U_y}{\partial y} \right); \quad (3)$$

– уравнение энергии для воздуха

$$\rho c \left(U_x \frac{\partial t}{\partial x} + U_y \frac{\partial t}{\partial y} \right) = \frac{\partial}{\partial x} \lambda \frac{\partial t}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} \lambda \frac{\partial t}{\partial y}; \quad (4)$$

– уравнение теплопроводности для кабельных линий

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda \frac{\partial t}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\lambda \frac{\partial t}{\partial y} \right) + q_v = c\rho \frac{\partial t}{\partial \tau}; \quad (5)$$

– уравнение теплопроводности для массива земли

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda \frac{\partial t}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\lambda \frac{\partial t}{\partial y} \right) = c\rho \frac{\partial t}{\partial \tau}. \quad (6)$$

По закону Буссинеска плотность воздуха зависит от температуры:

$$\rho(T) = \rho_0 [1 - \beta(t - t_0)]. \quad (7)$$

Результаты расчетов при выборе распределения Буссинеска на основании статьи [3] дают малую погрешность.

Здесь x, y – декартовы координаты; U_x, U_y – компоненты вектора скорости воздуха в канале; t – температура, °С; P – отклонения давления воздуха от гироскопического; g – ускорение свободного падения; ρ, μ – плотность и вязкость воздуха; ρ_0 – плотность воздуха при температуре $t_0 = 20$ °С; q_v – мощность внутреннего источника тепла; β – температурный коэффициент плотности воздуха; λ – теплопроводность материалов.

Система дифференциальных уравнений (1)–(10) замыкается следующими граничными условиями: на твердых непроницаемых границах канала и на поверхности кабелей для компонент скоростей задается условие прилипания; на поверхности земли задано граничное условие третьего рода по температуре, коэффициент теплоотдачи α с поверхности земли равен $10 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°С})$, а температура окружающей среды $T_0 = 20$ °С; на остальных границах в массиве земли заданы адиабатические условия теплообмена; на границах контакта разнородных сред задавались граничные условия четвертого рода и условия сопряжения температур.

Конвективный теплообмен между кабелями и стенками дополнен теплообменом излучением между сегментами поверхностей,

являющимися границами области, занятой в данном пространстве воздухом. Воздух трактуется как прозрачная среда, не поглощающая тепловое излучение, а граничные поверхности, участвующие в теплообмене, как серые поверхности.

Расчет суммарной плотности радиационного потока на поверхностях выполняется матричным методом. Плотность эффективного излучения сегмента поверхности определяется как

$$J_i = \varepsilon_i \sigma T_i^4 + (1 - \varepsilon_i) F_{i-j} J_j, \quad (8)$$

где J_i – излучение сегмента j , Вт/м²; ε_i – степень черноты поверхности i ; σ – постоянная Стефана–Больцмана, равная $5,67 \cdot 10^{-8}$ Вт/(м²·К⁴); T_i – температура i -го сегмента поверхности, К; F_{i-j} – угловой коэффициент от поверхности i к поверхности j .

Суммарная плотность радиационного потока на любом сегменте поверхности i вычисляется как

$$q_i = \varepsilon_i \sigma T_i^4 - \varepsilon_i \sum_j^N F_{i-j} J_j. \quad (9)$$

Плотность радиационного потока рассчитывается по уравнению (9) с помощью итерационной процедуры с использованием значений J_i , полученных из системы уравнений (8), и линеаризованных членов, T_i^4 , ограничиваясь первыми двумя членами его разложения в ряд Тейлора относительно T_i^4 :

$$T_i^4 = 4(T_i^k)^3 T_i^{k+1} - 3(T_i^k)^4, \quad (10)$$

где T_i^k – температура сегмента поверхности из предыдущей итерации k .

Мощность теплового потока составляет 50 000 Вт/м³, что соответствует токовой нагрузке 256 А.

Поставленная задача (1)–(10) решалась численно методом конечных элементов в среде инженерных расчетов Fluent. Был проведен анализ сходимости решения при разбиении на конечные элементы. В результате анализа было выяснено, что необходимое количество составляет 200 000 узлов.

В результате были получены температурные поля, которые представлены на рис. 2.

Из рис. 2 видно, что при отключении одной линии (рис. 2, а–з) температура изоляции достигает 95 °С, причем максимальная температура наблюдается у линий с 5-й по 8-ю, это связано с близким

расположением кабельных линий. Также из рис. 2 видно, что при отключении 2-й линии (рис. 3, $и-п$) температура изоляции опускается до 90 °С из-за увеличившегося расстояния между линиями.

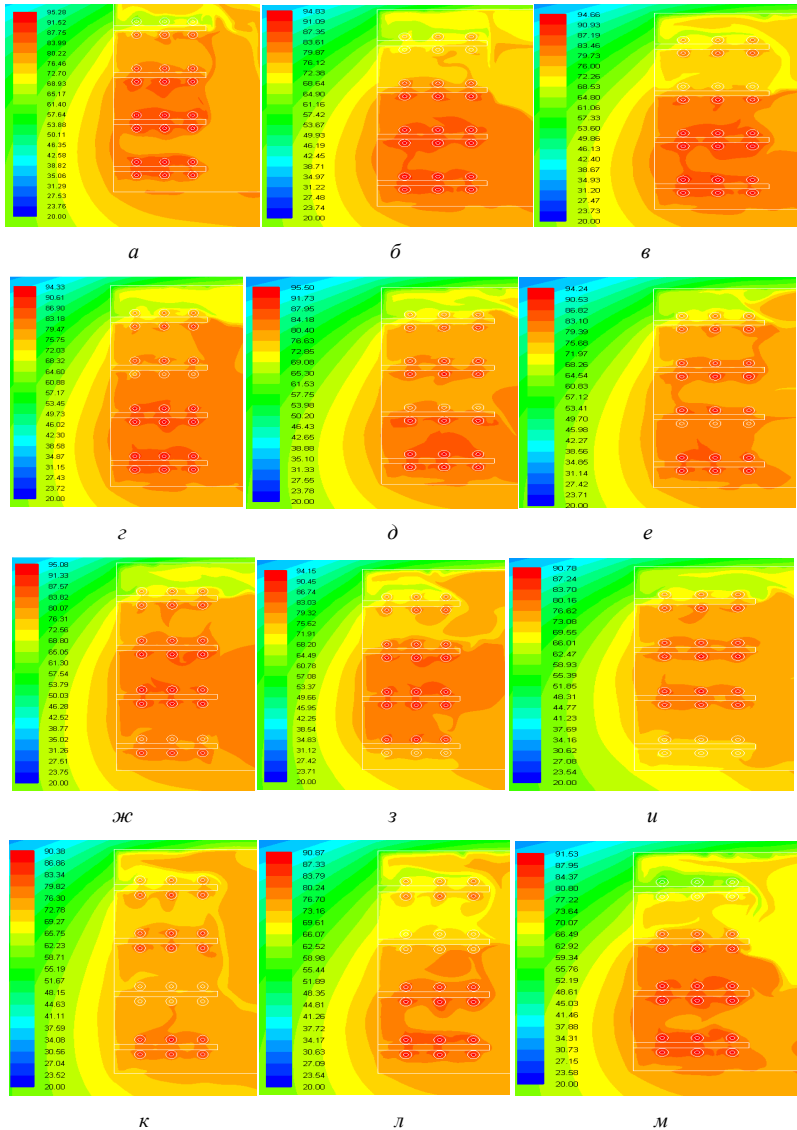


Рис. 2. Начало

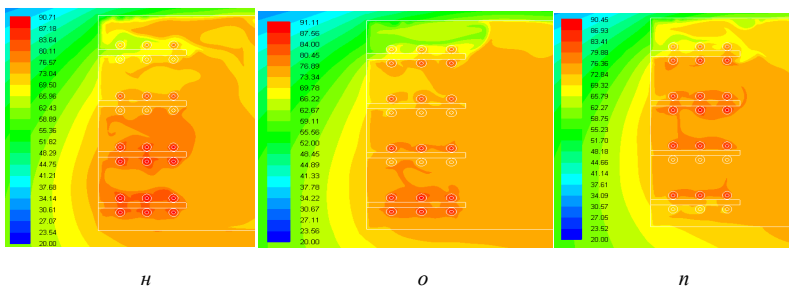


Рис. 2. Температурное поле внутри кабельного канала:
а – при отключенной 1-й фазе; *б* – при отключенной 2-й линии; *в* – при отключенной 3-й линии; *г* – при отключенной 4-й линии; *д* – при отключенной 5-й линии; *е* – при отключенной 6-й линии; *ж* – при отключенной 7-й линии; *з* – при отключенной 8-й линии; *и* – при отключенной 7-й и 8-й линиях; *к* – при отключенных 6-й и 5-й линиях; *л* – при отключенных 4-й и 3-й линиях; *м* – при отключенных 1-й и 2-й линиях; *н* – при отключенных 2-й и 4-й линиях; *о* – при отключенных 4-й и 6-й линиях; *п* – при отключенных 6-й и 8-й линиях

Вывод. Использование кабельного канала с увеличенным числом линий и с неизменной токовой нагрузкой возможно при режиме работы с двумя отключенными линиями.

Отключение одной кабельной линии дает снижение температуры до 95 °С, что не удовлетворяет режиму работы кабеля.

Библиографический список

1. Снижение затрат при капитальном строительстве кабельных сооружений // Кабель-news. – 2014. – № 1. – С. 34–35.
2. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. – М.: Наука, 1973. – 848 с.
3. Liu C.Y., Mueller W.K., Landis F. Natural convection heat transfer in long horizontal cylindrical annuli // Int. Developments in Heat Transfer. – 1961. – 976 p.
4. Труфанова Н.М., Навалихина Е.Ю., Марковский М.В. Математическое моделирование нестационарных процессов тепломассопереноса в прямоугольном кабельном канале // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2014. – № 11. – С. 55–66.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПОГРУЖНОЙ ТЕЛЕМЕТРИИ

Студент гр. КРЭС-10 Р.С. Решетов

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *В.В. Киселев*

Пермский национальный исследовательский

политехнический университет

В настоящее время темпы повышения объемов добычи нефти, а также понятное желание нефтяных компаний снижать себестоимость добычи приводят к необходимости создания так называемых «интеллектуальных» скважин. Такие системы позволяют добиться преимуществ во время добычи нефти, таких как экономия электроэнергии, продление срока службы оборудования, повышение общей эффективности работы системы по сравнению с устаревшими насосными нефтедобывающими установками.

«Интеллектуальной» скважиной обычно называют комплекс наземного и подземного оборудования, включающий в себя, как правило, станцию управления с преобразователем частоты и систему погружной телеметрии, встроенную в погружной электродвигатель и позволяющую получать информацию о параметрах работы насосной установки. Контроллер станции управления при этом должен на основе получаемой информации по специальному алгоритму управлять работой насосной установки с целью обеспечения заданного режима работы, например поддержания забойного давления [1].

Рассмотрим подробнее систему погружной телеметрии как подсистему «интеллектуальной» скважины. Использование данной разработки позволяет управлять погружным электродвигателем, а также передавать информацию о состоянии электродвигателя и системы в целом на наземный пункт управления, что в комплексе с частотными регуляторами и системами дозирования защитного реагента помогает максимизировать срок службы насосного оборудования. К тому же, будучи оснащенной дополнительными датчиками, такая система сможет определять и другие параметры как скважины, так и добываемого продукта.

Данная структура в укрупненном виде состоит из трех элементов: наземного блока станции, канала связи и погружного блока. Разработка системы сводится к проектированию наземного и погружного блоков, подходящих под требования заказчика, и выбору оптимального канала связи.

К наземному блоку предъявлены следующие требования:

Аппаратная часть:

- формирование прямоугольных импульсов амплитудой 300 В;
- прием из скважины импульсов, формируемых просадкой напряжения;

- измерение напряжения в каждой фазе;

- возможность измерения сопротивления изоляции.

Программная часть:

- формирование команды управления клапанами баков реагента;

- прием, распознавание, декодирование данных телеметрии, передаваемых погружным блоком при помощи просадки напряжения.

Требования, предъявленные к погружному блоку:

Аппаратная часть:

- формирование импульсов путем просадки напряжения;

- управление клапанами погружного электронасоса;

- прием импульсов наземного блока для управления соленоидами;

- формирование просадки напряжения для передачи данных телеметрии;

- датчики измерения температуры, давления, вибрации по осям X, Y.

Программная часть:

- прием и декодирование команд управления клапанами;

- передача данных от датчиков путем просадки напряжения;

- измерение следующих параметров скважины: температура, давление, амплитуда вибрации по осям X, Y.

При создании телеметрической системы первоочередной задачей стояла разработка структурных схем блоков исходя из заданных условий.

Структурная схема наземного блока изображена на рис. 1.

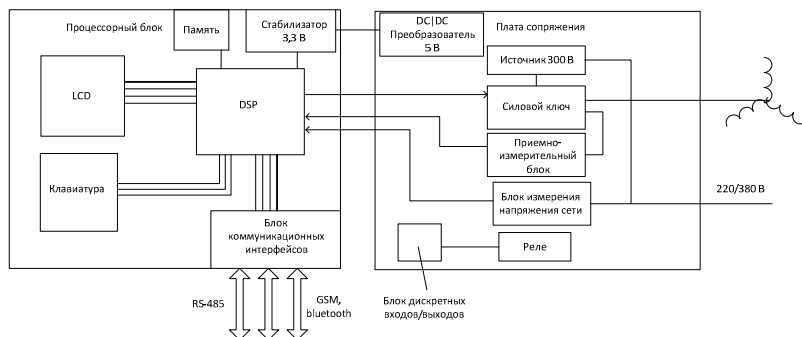


Рис. 1. Структурная схема наземного блока

Наземный блок состоит из двух частей: процессорного блока и платы сопряжения. Основная функция процессорного блока – функция управления. Также процессорный блок реализует протокол связи, восстанавливает принятую последовательность, реализует меню, контролирует состояние системы (напряжение, температура, объем реагента, оценка состояния погружного блока). Связь с внешними устройствами осуществляется через RS-485, Bluetooth, GSM.

Функциями платы сопряжения являются: питание собственной платы (платы сопряжения) и процессорного блока, передача и прием данных, контроль сопротивления изоляций, измерение напряжения сети питания.

Структурная схема погружного блока изображена на рис. 2.

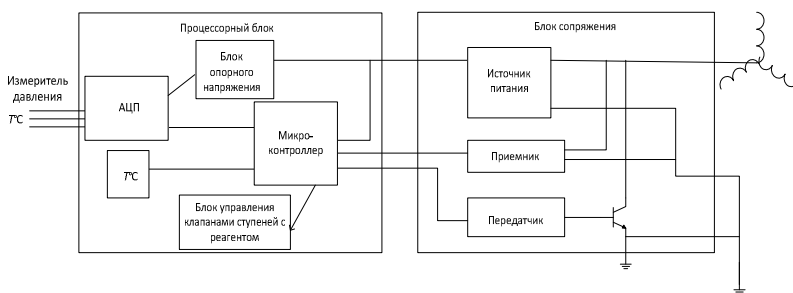


Рис. 2. Структурная схема погружного блока

Погружной блок телеметрии состоит из двух частей: процессорного блока и блока сопряжения. Функциями погружного блока являются: измерение температуры обмоток двигателя, измерение давления окружающей среды, измерение вибрации по осям X и Y и измерение температуры внутри устройства. Погружной блок также управляет клапанами ступеней с реагентом, принимает команды от наземного блока и передает результаты.

Выбор оптимального канала связи был произведен путем обзора существующих технологий, их анализа и выбора наилучшего варианта. Для удобства проанализированные варианты были сведены в таблицу.

Анализ каналов связи

Канал связи	Преимущества	Недостатки
Гидравлический [2]	Простая система излучения и приема	Низкая помехоустойчивость. Малая дальность передачи
Электромагнитный [2]	Высокая помехоустойчивость. Небольшая стоимость скважинного оборудования. Простота преобразования измеряемой величины в электрический сигнал	Затухание сигнала с глубиной. Необходим забойный генератор большой мощности. Максимальная глубина использования до 5 км
Электропроводный [2]	Возможность двухсторонней связи и передачи электроэнергии для питания скважинной аппаратуры	Высокая стоимость. Возможность абразивного износа. Необходимость специального оборудования для работы с кабелем

По результатам анализа существующих каналов связи был выбран электропроводной канал, так как он обеспечивает высокую достоверность передаваемых данных в обоих направлениях, при высокой скорости относительно других видов каналов связи, а также позволяет совмещать питание аппаратуры с передачей информации.

Библиографический список

1. Закрытое акционерное общество «ЭЛЕКТОН» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.elekton.ru/article1.shtml> (дата обращения: 08.04.2015).

2. Рогачев О.К., Лыщенко А.А. По-русски – телеметрия, по-английски – MWD [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.sovmash.com/node/62> (дата обращения: 10.04.2015).

РАСЧЕТ ТОКОВЫХ НАГРУЗОК СИЛОВЫХ КАБЕЛЕЙ С БУМАЖНОЙ ПРОПИТАННОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ НА НАПРЯЖЕНИЕ 1 кВ

Студент гр. КТЭИ-11-16 А.П. Балюра

Научный руководитель – д-р техн. наук, профессор *А.Г. Щербинин*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Суть и актуальность. Суть данной работы заключается в расчете токовых нагрузок в кабеле.

Актуальность данной работы заключается в том, что, рассчитав токовые нагрузки, можно определить, насколько благоприятны определенные условия прокладки для разных видов кабелей. Это очень важно, потому как именно условия прокладки определяют температурный режим эксплуатации кабеля.

Любая изоляция силовых кабелей имеет одну важнейшую характеристику – допустимую температуру нагрева. Это значение максимальной температуры, при котором изоляционный материал сохраняет свои свойства в течение эксплуатации кабеля. Данный показатель напрямую связывает величины токов нагрузки, которые допускаются пропускать через конкретный силовой кабель [1].

Более универсальный и точный подход по определению токовых нагрузок базируется на использовании законов сохранения массы, количества движения и энергии, с помощью которых строятся математические модели теплообмена кабелей с окружающей средой. Настоящий уровень развития вычислительной техники и наличие современных пакетов вычислительных программ позволяют существенно повысить универсальность и точность решений различного круга задач, в том числе и рассмотренных в данной работе.

Одним из наиболее мощных и универсальных программных продуктов этого класса является ANSYS, в основу которого положен метод конечных элементов. Посредством данной программной среды был проведен один из опытов расчета величины тока нагрузки.

Постановка задачи. Для исследования были выбраны силовые кабели с бумажной пропитанной изоляцией на напряжение 1 кВ. В данной работе рассматривается расчет токовых нагрузок четырехжильного кабеля СП2л, проложенного в земле, на примере сечения 95 мм^2 . На рис. 1 представлена конструкция данного кабеля в виде поперечного сечения с описанием каждого конструктивного элемента [2, 3].

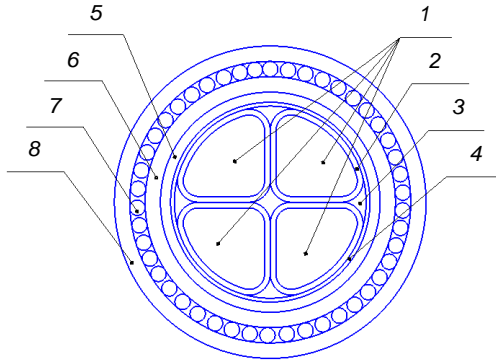


Рис. 1. Конструкция кабеля СП2л на напряжение 1 кВ:

1 – медная токопроводящая жила 2-го класса гибкости; 2 – фазная бумажная изоляция, пропитанная вязким изоляционным пропиточным составом; 3 – заполнение из бумажных жгутов; 4 – поясная бумажная изоляция, пропитанная вязким изоляционным пропиточным составом; 5 – свинцовая оболочка; 6 – подушка: битум, пленка ПВХ, крепированная бумага, кабельная пряжа; 7 – броня из стальных оцинкованных проволоч; 8 – наружный покров: кабельная пряжа, мел

Токовые нагрузки кабеля, проложенного в земле на глубине 0,7 м, рассчитывались по ГОСТ Р МЭК 60287 и в среде моделирования ANSYS. Подробно рассмотрим метод моделирования. При построении математической модели решаемой задачи были сделаны следующие допущения. Полуограниченный массив земли заменяется цилиндрической стенкой (рис. 2) наружным диаметром d , термическое сопротивление которой соответствует термическому сопротивлению земли. Кроме того, термическое сопротивление теплоотдачи с поверхности земли учитывается дополнительным эквивалентным слоем $\delta = 0,1$ м. Задача двумерная, стационарная. Теплофизические характеристики земли постоянны. Изменения температуры вдоль кабеля не происходит.

Наружный диаметр эквивалентной области [4] $d = 4 \cdot L$, где L – глубина прокладки кабеля, $L = 0,7$ м.

$$d = 4 \cdot L = 4 \cdot 0,7 = 2,8 \text{ м.} \quad (1)$$

Толщина дополнительного эквивалентного слоя зависит от коэффициента теплоотдачи α (согласно ТУ 16. К09-143 [5] $\alpha = 10$) (рис. 2):

$$\delta = \frac{\lambda}{\alpha} = \frac{0,97}{10} = 0,1 \text{ м,} \quad (2)$$

где λ – коэффициент теплопроводности земли, $\lambda = 0,97$.

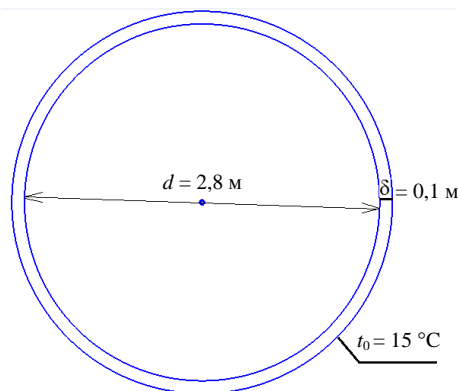


Рис. 2. Эквивалентная модель расчетной области

Таким образом, диаметр цилиндрической стенки с учетом дополнительного слоя

$$d_{\text{полн}} = 4 \cdot h + 2 \cdot \delta = 3 \text{ м.} \quad (3)$$

С учетом сделанных допущений определяющая система дифференциальных уравнений примет следующий вид [4]:

– уравнение теплопроводности для кабеля

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda \frac{\partial}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\lambda \frac{\partial t}{\partial y} \right) + q_v = 0; \quad (4)$$

– уравнение теплопроводности для массива земли

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda \frac{\partial}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\lambda \frac{\partial t}{\partial y} \right) = 0, \quad (5)$$

где x, y – декартовы координаты, м; t – температура, °C; q_v – мощность внутреннего источника тепла, Вт/м³; λ – коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°C).

На границах расчетной области задавались граничные условия 1-го рода: $T = 15$ °C – температура среды (земля).

На границе раздела сред задавалось равенство тепловых потоков.

Поставленная задача решалась численно в среде расчетов Fluent, а для построения геометрической модели и разбиения ее на конечные элементы использовался препроцессор ICEM CFD. На рис. 3 представлена сетка конечных элементов после разбиения расчетной области треугольниками.

С целью определения токовых нагрузок кабеля была разработана итерационная процедура, в которой на каждом итерационном шаге решались уравнения теплопроводности (5), (6) и определялось температурное поле в кабеле и в расчетной области вокруг кабеля. Далее подбиралось такое значение рабочего тока, при котором максимальная температура в токопроводящей жиле с заданной точностью равнялась допустимому значению – 80 °С.

На рис. 4 изображено распределение температурных полей в кабеле и вокруг него для тока нагрузки величиной в 310 А.

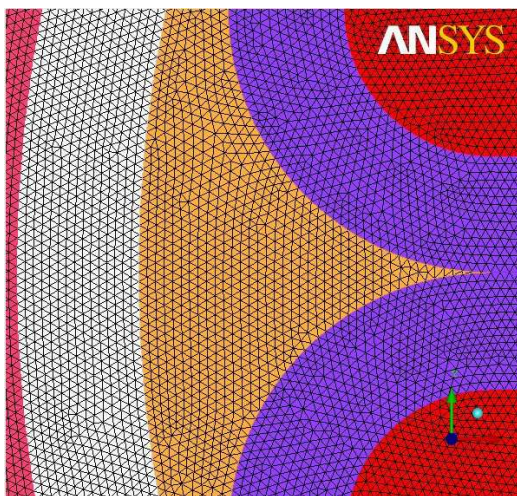


Рис. 3. Сетка конечных элементов

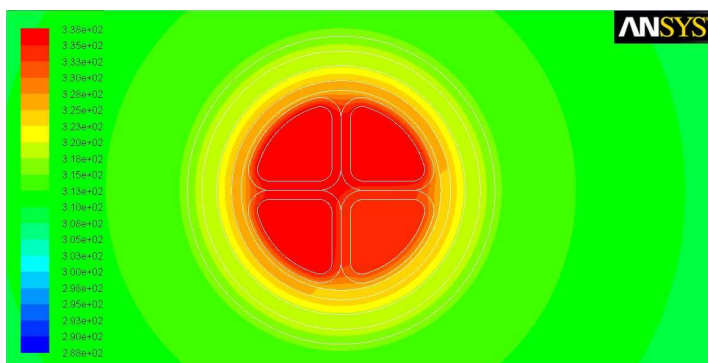


Рис. 4. Прокладка в земле: $T_{\text{макс}} = 65 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $T_{\text{поверх}} = 45 \text{ }^{\circ}\text{C}$

В таблице приведены результаты расчетов токовых нагрузок кабеля, вычисленные по ГОСТ Р МЭК 60287 и с помощью пакета ANSYS, а также величина токовой нагрузки, прописанная в ТУ 16.К09-143.

Сравнение результатов значения токовой нагрузки

Варианты расчетов	Токовая нагрузка, А	Расхождение со значением токовой нагрузки, прописанным в ТУ 16.К09-143, %*
ANSYS	310	8,01
МЭК	296	3,31
Расхождение, %	2,5	–

* $I = 287$ А.

Заключение. Расхождение между значениями токовых нагрузок, полученных разными способами, относительно значения, прописанного в ТУ16. К09-143, не превышает ± 15 %, поэтому более универсальным является метод решения данной задачи с помощью программного комплекса ANSYS, так как в этом случае можно закладывать геометрию кабелей практически любой сложности и учитывать различные условия эксплуатации кабельных линий.

Библиографический список

1. Кабель. РФ всегда рядом [Электронный ресурс] // Изоляция силовых кабелей. – URL: <http://cable.ru/poleznoe/id-1276.php> (дата обращения: 10.05.2015).
2. Белоруссов Н.И., Саакян А.Е., Яковлева А.И. Электрические кабели, провода и шнуры: Справочник / под ред. Н.И. Белоруссова. – 5 изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 536 с.
3. Описание кабеля [Электронный ресурс]. – URL: <http://vkk.su/cabel/kabeli-silovye-s-bumazhnoi-izolyatsiei/sp21.php> (дата обращения: 10.05.2015).
4. Ковригин Л.А. Основы кабельной техники: учеб. пособие. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2006. – 94 с.
5. Технические условия ТУ 16.К09-143–2004. Кабели силовые с пропитанной бумажной изоляцией на напряжение 1 кВ.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕЧЕНИЯ И ТЕПЛООБМЕНА В ВИНТОВОМ КАНАЛЕ ЭКСТРУДЕРА И АДАПТЕРЕ

Студент гр. КТЭИ-10 Н.И. Антипин, аспирант С.В. Ершов
Научный руководитель – д-р техн. наук, профессор *Н.М. Труфанова*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Экструзия является основным способом наложения пластмассовых оболочек и изоляции в кабельном производстве. Основным конструктивным элементом экструдера – шнека. Качество пластмассовой изоляции значительно зависит от выбранного технологического процесса.

В целом работа экструдера сложна в физическом и математическом описании. На практике затруднительно проводить натурные исследования, так как цена исследуемых материалов достаточно велика и сам эксперимент занимает много времени и сил [4].

В данной работе представлена трехмерная математическая модель и численный анализ процессов течения и теплопереноса шнекового экструдера. На рис. 1 изображена геометрия исследуемой модели, представляющая собой пять витков шнека в зоне дозирования и адаптер.

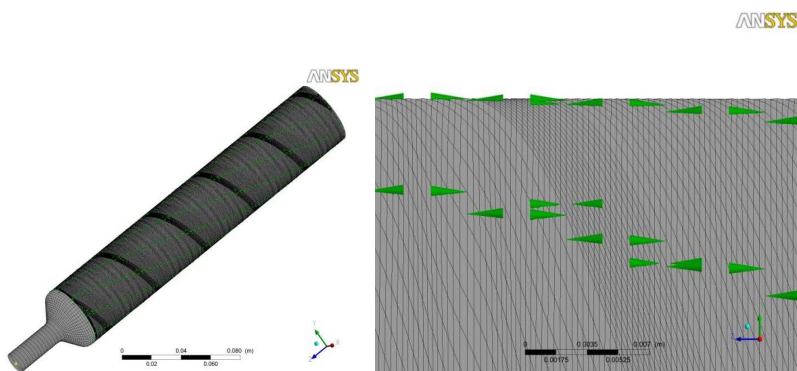


Рис. 1. Геометрия шнека

Рис. 2. Сетка модели

Геометрические характеристики экструдера и теплофизические свойства материала представлены ниже.

Геометрические характеристики экструдера

Внутренний диаметр цилиндра, мм	45,1
Наружный диаметр шнека, мм	44,9
Шаг винтовой нарезки, мм	45
Толщина гребня, мм	4,5
Угол нарезки, град	29,3
Высота канала, мм	6,235
Высота зазора, мм	0,1

Теплофизические свойства материала

ρ , кг/м ³	779
C , Дж/(кг·К)	2500
λ , Вт/(м·К)	0,182
μ , Па·с	10825
β , К ⁻¹	0,018

Математическая модель тепломассопереноса (рис. 2) основывается на уравнении неразрывности, количества движения, энергии и реологических уравнениях состояния. Введем следующие допущения: задача стационарная; течение ламинарное; плотность, теплоемкость и теплопроводность постоянные; используется принцип обращенного движения [2].

С учетом сделанных допущений математическая модель примет вид:

– уравнения движения

$$\rho \left(v_x \frac{\partial v_x}{\partial x} + v_y \frac{\partial v_x}{\partial y} + v_z \frac{\partial v_x}{\partial z} \right) = -\frac{\partial P}{\partial x} + \left(\frac{\partial \tau_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yx}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{zx}}{\partial z} \right),$$

$$\rho \left(v_x \frac{\partial v_y}{\partial x} + v_y \frac{\partial v_y}{\partial y} + v_z \frac{\partial v_y}{\partial z} \right) = -\frac{\partial P}{\partial y} + \left(\frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yy}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{zy}}{\partial z} \right),$$

$$\rho \left(v_x \frac{\partial v_z}{\partial x} + v_y \frac{\partial v_z}{\partial y} + v_z \frac{\partial v_z}{\partial z} \right) = -\frac{\partial P}{\partial z} + \left(\frac{\partial \tau_{xz}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{zz}}{\partial z} \right);$$

– уравнение неразрывности

$$\frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_y}{\partial y} + \frac{\partial v_z}{\partial z} = 0;$$

– уравнение энергии

$$C\rho \left(v_x \frac{\partial T}{\partial x} + v_y \frac{\partial T}{\partial y} + v_z \frac{\partial T}{\partial z} \right) = \lambda \Delta T + q_v;$$

– реологические уравнения состояния

$$\tau_{xx} = 2\mu \frac{\partial v_x}{\partial x}, \quad \tau_{yy} = 2\mu \frac{\partial v_y}{\partial y}, \quad \tau_{zz} = 2\mu \frac{\partial v_z}{\partial z}, \quad \tau_{xy} = \tau_{yx} = \mu \left(\frac{\partial v_x}{\partial y} + \frac{\partial v_y}{\partial x} \right),$$

$$\tau_{xz} = \tau_{zx} = \mu \left(\frac{\partial v_x}{\partial z} + \frac{\partial v_z}{\partial x} \right), \quad \tau_{yz} = \tau_{zy} = \mu \left(\frac{\partial v_y}{\partial z} + \frac{\partial v_z}{\partial y} \right),$$

где μ – эффективная вязкость, которая определяется по закону

$$\mu = \mu_0 \left(\frac{I_2}{2} \right)^{\frac{(n-1)}{2}} e^{-\beta(T-T_0)},$$

где μ_0 – начальная вязкость; I_2 – второй инвариант тензора скоростей деформации; n – показатель аномалии вязкости; T – температура; β – температурный коэффициент вязкости.

Были заданы следующие граничные условия: температура корпуса равна 200 °С; скорость вращения шнека 40 об/мин; расход материала – 0,007 984 75 кг/с; температура шнека 210 °С; температура расплава на входе в канал – 225 °С.

Поставленная задача решалась численно методом конечных элементов в среде инженерных расчетов ANSYS.

В результате решения были получены температурные поля и поля скоростей, которые представлены на рис. 3–6.

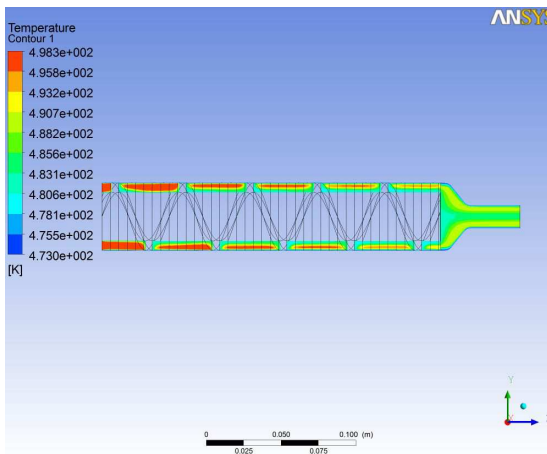


Рис. 3. Температурное поле

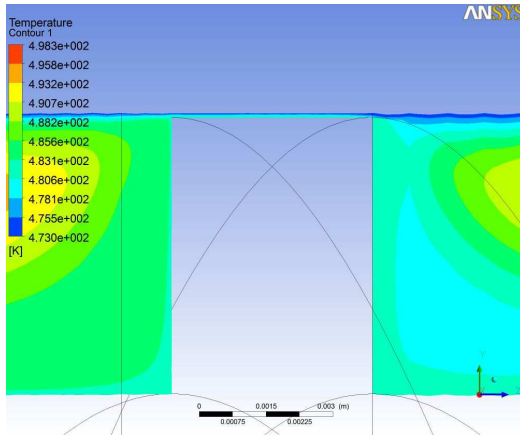


Рис. 4. Температурное поле в зазоре

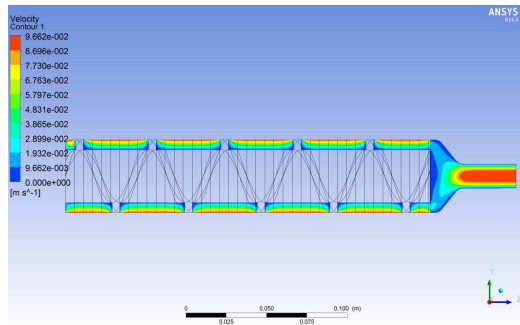


Рис. 5. Поле скоростей

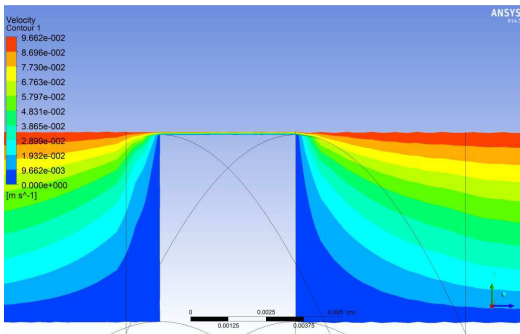


Рис. 6. Поле скоростей в зазоре

Из рис. 3 видно, что максимальная температура в канале находится в первых двух витках шнека, так как температура расплава на входе экструдера равна 225°C . Далее температура расплава уменьшается, поскольку температура корпуса и шнека меньше температуры полимера на входе в канал экструдера. Кроме того, можно утверждать, что диссипация в расплаве незначительна.

Из рис. 4 видно, что перегревы в зазоре канала отсутствуют, а максимальная температура не превышает значения температуры корпуса.

На рис. 5 видно, что максимальная скорость движения находится у корпуса экструдера, так как в модели использовался принцип обратного движения. Максимальная скорость в адаптере обусловлена наличием существенного градиента давления.

Таким образом, предложенная и реализованная математическая модель процесса течения и теплопереноса в винтовом канале экструдера с учетом нелинейности свойств расплава полимера и наличия зазора над гребнем шнека в режиме заданного расхода позволяет анализировать поля скоростей и температур во всем пространстве канала и выявлять закономерности течения полимеров при экструзии.

Библиографический список

1. Раувендааль К. Экструзия полимеров. – СПб.: Профессия, 2010. – 768 с.
2. Петров И.А., Славнов Е.В. Моделирование течения в шнеке с радиальным зазором как системы с распределенной обратной связью, описываемой дифференциальным уравнением с запаздывающим аргументом // Вычислительная механика сплошных сред. – 2012. – Т. 5, № 1. – С. 107–113.
3. Петров И.А., Славнов Е.В. Модель утечек через радиальные зазоры в одношнековом экструдере со слабо изменяющейся по длине геометрией шнека // Вычислительная механика сплошных сред. – 2012. – Т. 5, № 4. – С. 461–468.
4. Труфанова Н.М., Щербинин А.Г., Янков В.И. Плавление полимеров в экструдерах. – М.; Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2009. – 336 с.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ИЕРАРХИИ КРИТЕРИЕВ

Студентка гр. ИСУП-14-1м Ю.С. Баяндина

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *Н.И. Хорошев*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Важным фактором, определяющим принципы построения системы технического обслуживания и ремонта (ТОиР) и обеспечения ее ресурсами, являются используемые стратегии ремонтов (обслуживания оборудования). В различных публикациях [1, 2] приведены три стратегии обслуживания оборудования, однако не указан классификационный признак, что затрудняет их выделение в практике работы системы ТОиР. Чтобы электроэнергетическое оборудование находилось в исправном виде, предприятия используют следующие методы ТОиР:

- ремонт после поломки оборудования (аварийный ремонт);
- ремонт по регламенту;
- ремонт по фактическому состоянию [3].

Первый вид ТОиР подразумевает эксплуатацию оборудования до полного его отказа. Но электроэнергетическое оборудование является сложным техническим средством, состоящим из множества подузлов и дорогостоящих деталей, поэтому проведение ТОиР по такому принципу приведет не только к денежным, но и временным потерям.

Обслуживание по регламенту обеспечивает формирование плана-графика ТОиР по каждой единице электроэнергетического оборудования, а также по основным узлам и агрегатам с учетом наработки оборудования и календарной периодичности. Детали меняют через определенные промежутки времени t , что приводит к частичному использованию фактического ресурса, но снижает количество аварийных отказов. На сегодняшний день многие предприятия пытаются использовать планово-предупредительный ремонт по фактической наработке оборудования. Кривая $f_{\text{тр}}(t)$ показывает годовую потребность в запчастях (рис. 1).

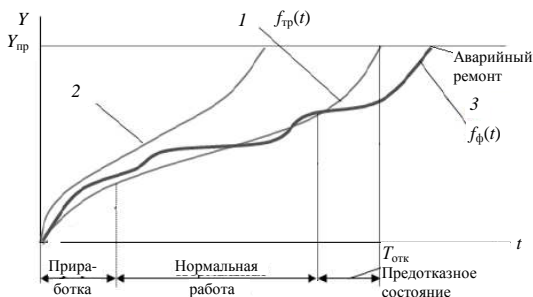


Рис. 1. Графические методы ремонта

Обслуживание по состоянию предполагает, что через определенный промежуток времени оценивается состояние детали, соответствующее фактической кривой $f_{ф}(t)$, (кривая 3, см. рис. 1). В случае, если деталь находится на границе предотказного состояния, назначают замену или ремонт. Данная тактика позволяет максимально использовать ресурс детали, однако требует большого количества диагностирований. Можно структурировать планирование в виде иерархии, сравнить и определить оценку альтернативных вариантов решения, используя метод анализа иерархий (МАИ). При структуризации проблемы принятия решений предполагается декомпозиция исходной многокритериальной проблемы на простые составные и их анализ экспертами, которые принимают решение. Чтобы проанализировать проблему принятия решений, в МАИ строят иерархическую структуру, в которую входят цель, критерии, альтернативы и другие рассматриваемые факторы, влияющие на выбор (рис. 2).

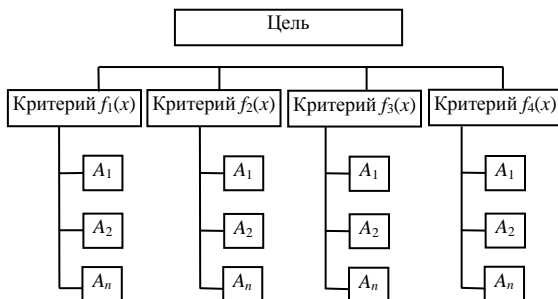


Рис. 2. Иерархическая структура

Получив результаты мнений экспертов, определяют относительную значимость локальных критериев и альтернатив, при помощи которых принимаются управленческие решения относительно локальных критериев, которые находятся на разных уровнях иерархии. Данные локальные критерии задачи можно описать набором целевых функций: $f_1(x)$ – вид оборудования; $f_2(x)$ – технические показатели; $f_3(x)$ – экономические показатели, экономические подходы [4] позволяют выполнять оценку результативности путем сопоставления затрат на ТОиР и потерь производства; $f_4(x)$ – производственно-технологические.

Далее нужно сформировать матрицу парных сравнений, изображенную на рис. 3, она показывает отношение критериев друг к другу. Чтобы установить относительную важность элементов иерархии, используют девятибалльную шкалу предпочтений по Саати [5]:

{1/9, 1/8, 1/7, 1/6, 1/5, 1/4, 1/3, 1/2, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9}.

	f_1	f_2	f_3	f_4
f_1	1	1/4	5	3
f_2	2	1	4	2
f_3	1/3	1/2	1	1/4
f_4	1	1/2	4	1

Рис. 3. Матрица парных сравнений критериев

Следующим шагом составляем нормативную матрицу. По следующей формуле определяем ее элементы:

$$\omega_{fij} = \frac{\alpha_{fij}}{\sum_{i=1}^m \alpha_{fij}}. \quad (1)$$

Например, ω_{f11} первого столбца и первой строки нормированной матрицы:

$$\omega_{fij} = \frac{\alpha_{f11}}{\alpha_{f11} + \alpha_{f21} + \alpha_{f31} + \alpha_{f41}} = 1/(1 + 2 + 1/3 + 1) = 0,230.$$

Весовые коэффициенты (2) частных критериев вычисляются как средние значения элементов соответствующих строк нормированной матрицы парных сравнений:

$$\omega_{fi} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \omega_{fij}. \quad (2)$$

Например, весовой коэффициент ω_{f_1} частного критерия $f_1(x)$ будет

$$\begin{aligned}\omega_{f_1} &= (\omega_{f_{11}} + \omega_{f_{12}} + \omega_{f_{13}} + \omega_{f_{14}}) / m = \\ &= (0,230 + 0,111 + 0,357 + 0,571) / 4 = 0,317.\end{aligned}$$

Результат вычисления относительного и усредненного весового коэффициента был занесен в нормативную матрицу, изображенную на рис. 4.

	f_1	f_2	f_3	f_4	Вес ω_{f_i}
f_1	0,230	0,111	0,357	0,571	0,317
f_2	0,461	0,45	0,285	0,380	0,392
f_3	0,076	0,220	0,071	0,47	0,209
f_4	0,230	0,220	0,285	0,190	0,231

Рис. 4. Нормативная матрица парных сравнений критериев

Далее определяют коэффициенты превосходства альтернатив так же, как и коэффициенты превосходства частных критериев.

Формирование набора предпочтительных весовых коэффициентов превосходства альтернатив принимаемых решений осуществляется на основании информации о значениях весовых коэффициентов частных критериев и весовых коэффициентов альтернатив принимаемых решений относительно каждого из частных критериев.

Вычисление предпочтительного весового коэффициента происходит для всех альтернатив по формуле

$$\omega_{A_j} = \sum_{i=1}^m \omega_{f_i} \cdot \omega_{f_i}(A), \quad (3)$$

$$\begin{aligned}\omega_{A_1} &= \omega_{f_1} \cdot \omega_{f_1}(A) + \omega_{f_2} \cdot \omega_{f_2}(A) + \omega_{f_3} \cdot \omega_{f_3}(A) + \omega_{f_4} \cdot \omega_{f_4}(A) = \\ &= 0,317 \cdot 0,315 + 0,392 \cdot 0,394 + 0,209 \cdot 0,296 + 0,231 \cdot 0,523 = 0,436.\end{aligned}$$

Выполнив расчеты, можно сказать, что предпочтительной альтернативой, которую рекомендуется выбрать, считается A_1 , потому что у нее максимальное значение глобального приоритета (рис. 5).

Альтернатива	$\omega_{f_1}(A)$	$\omega_{f_2}(A)$	$\omega_{f_3}(A)$	$\omega_{f_4}(A)$	Вес ω_{f_i}
A_1	0,315	0,394	0,296	0,523	0,436
A_2	0,234	0,215	0,057	0,223	0,221
A_3	0,076	0,174	0,176	0,071	0,145
A_4	0,192	0,029	0,176	0,071	0,125
Вес ω_{f_i}	0,317	0,392	0,209	0,231	–

Рис. 5. Результирующие значения глобального приоритета

При поддержке принятия решения планирования ТОиР эффективно используют метод анализа иерархий. Использование данного метода позволит принимать эффективные решения в условиях неопределенности.

Библиографический список

1. Надежность в технике. Термины и определения. ГОСТ Р 53480–2009 [Действует с 2009-12-09]. – М.: Стандартинформ, 2009. – 31 с.
2. Антоненко И.Н., Крюков И.Э. Информационные системы и практики ТОиР: Этапы развития // Главный энергетик. – 2011. – № 10. – С. 37–44.
3. Баркова Н.А. Введение в виброакустическую диагностику роторных машин и оборудования: учеб. пособие. – СПб.: Изд. центр СПбМТУ, 2002. – 156 с.
4. Ченцов Н.А. Организация, управление и автоматизация ремонтной службы: учебник / под ред. д-ра техн. наук, проф. В.Я. Седуша; Донецк. нац. техн. ун-т. – Донецк: Норд-Пресс-УНИТЕХ, 2007. – 258 с.
5. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1993. – 320 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ СТАТОРНЫХ ОБМОТОК ДВИГАТЕЛЯ

Студент гр. ЭМ-10-1с А.А. Левин

Научный руководитель – канд. техн. наук; доцент А.Т. Ключников
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Показатель эффективности электрического двигателя в период нормальной эксплуатации напрямую зависит от числа его отказов. Одной из причин появления отказов является термическое повреждение изоляции обмоток, вызванное повышением их температуры. Температуру обмоток определяют при испытаниях двигателя на нагрев в соответствии с ГОСТ 11828–66. Испытания на нагрев производят для определения абсолютной температуры и превышения температуры обмотки электродвигателя относительно температуры охлаждающей среды при номинальной нагрузке. Электроизоляционные материалы, применяемые в конструкциях электрических машин, стареют и постепенно теряют электрическую и механическую прочность. Скорость старения изоляции в значительной мере зависит от небольшого превышения номинальной температуры. Срок службы изоляции связан с рабочей температурой зачастую в логарифмическом масштабе, т.е. зависимость может быть представлена в прямом виде [1].

Известно, что одним из свойств металлов является их способность изменять свое электрическое сопротивление с ростом температуры [2]. В данном случае авторы статьи поставили цель определить температуру статорной обмотки, вычисленную аналитически, с последующим сравнением со значениями, полученными в результате эксперимента, а также получить данные, на основе которых можно сделать вывод о жизнеспособности представленного метода измерений.

Для проведения экспериментальных исследований был использован стенд, включающий в себя: источник питания на основе преобразователя частоты (ПЧ), переключатель фаз двигателя между ПЧ и измерительным мостом сопротивления. Использование моста сопротивлений типа МО-62 обусловлено его точностью, так как погрешность измерений в диапазоне от 0,1 до 105 Ом не превышает 0,1 %.

В результате проведения опыта по измерению температуры обмотки двигателя были получены зависимости сопротивлений от

времени, которые представлены на рис. 1. Время прогревания обмотки составило порядка двух часов, что сопровождалось спадающим током в пределах от 10,6 до 9,5 А. Действующее значение напряжения, подводимое к обмотке статора, было практически неизменно. Экспериментальное сопротивление R_{OM} является базовым, так как определено с высокой точностью с помощью моста МО62. Расчетное значение сопротивления R_{VI} можно получить при помощи уравнения электромагнитной мощности, учитывающего потери в меди статора [4]. Однако для обеспечения точности наблюдений за динамикой изменения расчетного сопротивления в зависимости от величины тока, было использовано выражение

$$R_{VI} = \frac{U - f \cdot \Delta U}{I} - 0,255, \quad (1)$$

где f – частота напряжения в эксперименте; 0,255 – величина, учитывающая сопротивления проводов от ПЧ до точки измерения мостом МО62; ΔU – коэффициент увеличения напряжения на 1 Гц.

Значения расчетных сопротивлений практически совпадают с измеренными сопротивлениями, приведенными на рис. 1.

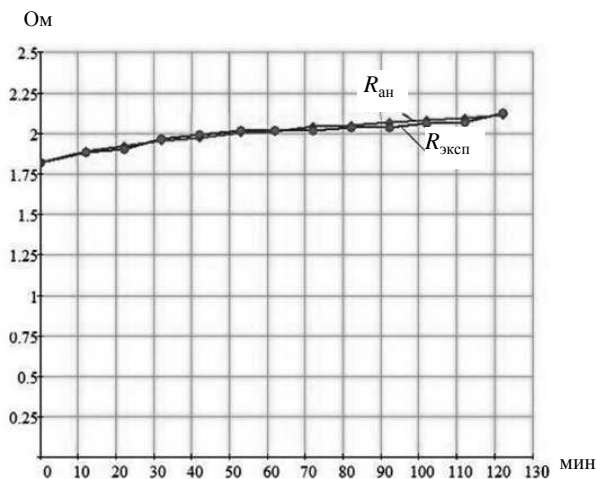


Рис. 1. Изменения расчетных измеренных сопротивлений с течением времени

Величина абсолютной погрешности расчетного сопротивления вычислена по формуле

$$A_R = R_{VI} - R_{OM}. \quad (2)$$

Для вычисления величины приращения температуры обмотки $\Delta\theta$, согласно ГОСТ 6651–2009, целесообразно использовать формулу

$$\Delta\theta = 235 \cdot \frac{R_T}{R_0} - 235, \quad (3)$$

где R_T – нарастающее значение сопротивления в процессе проведения опыта; R_0 – значение сопротивления обмотки при температуре окружающей среды.

Тогда, используя выражение (3) для вычисления приращения температуры, получаем графики, представленные на рис. 2.

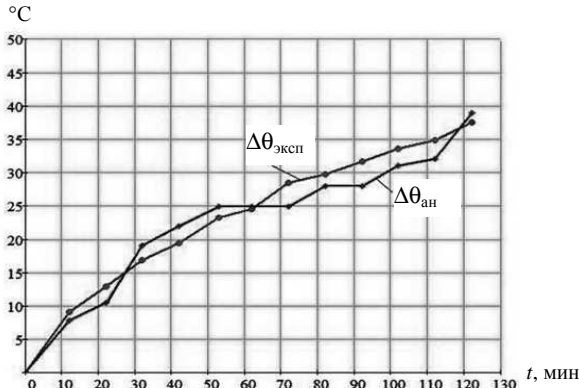


Рис. 2. Изменение приращений температуры с течением времени

Для вычисления приращения температуры (аналитически) также используем выражение (3), присваивая значению R_T данные, полученные аналитическим путем по формуле (1), а R_0 – значение сопротивления обмотки в нулевой точке времени. График зависимости приращения температуры, полученный при использовании (1)–(3), также приведен на рис. 2.

На основе результатов, представленных на рис. 2, найдем величину абсолютной погрешности приращения температуры по формуле

$$A_\theta = \Delta\theta_{VI} - \Delta\theta_{OM}. \quad (4)$$

График изменения величины абсолютной погрешности приращения температуры A_0 с течением времени t представлен на рис. 3.

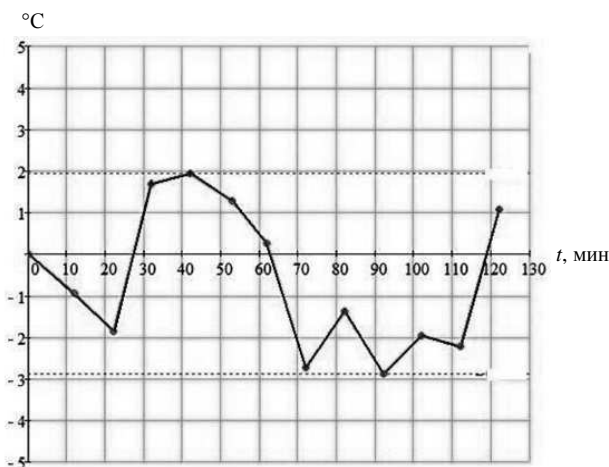


Рис. 3. Изменение абсолютной погрешности с течением времени

Анализ результатов, приведенных на рис. 1, показал, что кривые практически совпадают, сохраняя при этом общую тенденцию роста величины сопротивления с течением времени. Изменение величины сопротивления в пределах от 1,8 до 2,1 Ом происходит практически по линейному закону, что соответствует физическим процессам нагрева.

Исследование графика, представленного на рис. 2, дает возможность утверждать, что форма кривых соответствует начальной части графика экспоненциальной функции.

Анализ графика, представленного на рис. 3, показал, что кривая погрешности имеет знакопеременный характер при максимальных отклонениях порядка 2–3 °С, что дает возможность сделать вывод о том, что величина абсолютной погрешности изменения температуры невелика, а максимальное значение отклонения температуры составляет 9,91 % от величины нагрева обмотки, равной в эксперименте 37 °С.

Выводы:

– проведенные исследования позволили получить зависимость изменения температуры обмоток двигателя при постоянстве действующих значений напряжения;

- сравнение величин, полученных экспериментальным и аналитическим путем, показало, что максимальное отклонение расчетной величины усредненной температуры обмоток не превышает 10 %;
- описанный метод может быть использован для наблюдения за температурным состоянием обмоток двигателя без отключения двигателя от источника питания, т.е. в рабочем режиме;
- определение сопротивления необходимо при использовании частотного регулирования без датчиков.

Библиографический список

1. Мартко Е.О. Модели надежности и технического состояния изоляции электродвигателей, используемые для прогнозирования выхода их из строя // Ползуновский вестник. – 2013. – № 4–2.
2. Справочник по электротехническим материалам / под ред. Ю.В. Корицкого, В.В. Пасынкова, Б.М. Тареева. – Л.: Энергоатомиздат, 1988.
3. Ключников А.Т. Тарировка уравнений асинхронных машин при моделировании в относительных единицах // Электротехника. – 2012. – № 3.

РАСЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА ЭМАЛИРОВАНИЯ И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОИЗВОДСТВА ПРОВОДА ПЭВТЛ-1-155

Студент гр. КТЭИ-10 М.А. Митрофанов
 Научный руководитель – доцент Т.В. Костыгова
 Пермский национальный исследовательский
 политехнический университет

Конструкция провода ПЭВТЛ-1-155 представляет собой медную жилу, на которую нанесен слой эмалевого изоляционного материала на основе полиуретанов. Данные провода относятся к температурному индексу 155 °С.

Был произведен расчет технологических режимов для трех марко-размеров: 0,15; 0,30; 0,71 мм.

Технологическая цепочка процесса эмалирования провода ПЭВТЛ-1-155 представлена на рис. 1.

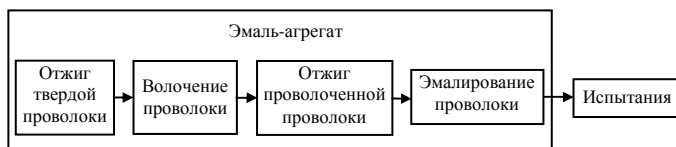


Рис. 1. Блок-схема процесса эмалирования провода ПЭВТЛ-1-155

Для изготовления данной марки провода было произведено технико-экономическое сравнение оборудования и выбраны наиболее современные и производительные эмаль-агрегаты, в которых процесс эмалирования совмещен с волочением и отжигом проволоки.

Технико-экономическое сравнение агрегатов приведено в табл. 1.

Таблица 1

Технико-экономическое сравнение эмаль-агрегатов

Марко-размер, мм	0,15		0,3		0,71	
Характеристики оборудования	ПГЗ 5/15	2XCH80	HN4/N-8/8+4D	2XCH160	HE-1000/8	Delta H4-SB
Диапазон эмалирования, мм	0,05–0,15	0,08–0,18	0,20–0,71	0,16–0,35	0,20–0,80	0,30–1,00
Количество ходов	18	2	8	2	8	2
Количество проходов	10	38	12	24	12	22
Диапазон скоростей, м/мин	300(max)	850–240	160–51	800–200	175–44	175–44
Установленная мощность, кВт	74	126,5	103	96,83	162,5	153
Стоимость, тыс. руб	9000	25650	20400	27650	24220	29000

После сравнения характеристик оборудования были выбраны эмаль-агрегаты 2XCH80; 2XCH160; Delta H4-SB.

Для выполнения годовой производственной программы, равной 3600 т провода, необходимо 12 единиц оборудования. Результаты расчета количества оборудования приведены в табл. 2.

Таблица 2

Расчет количества оборудования

Марка оборудования	2XCH80	2XCH160	Delta H4-SB
Марко-размер, мм	0,15	0,30	0,71
Лин. скорость, м/мин	540	400	200
Трудоемкость, мин/км	1,890	2,551	5,102
Масса провода, кг/км	0,1618	0,6451	3,5828
Норма выработки, кг/ч	9,750	28,804	79,986
Норма времени, ч/т	102,561	34,718	12,502
Ремонтная сложность	37	45	110
Действительный фонд времени, ч	8280,48	8176,80	7334,40
Расчетное кол-во оборудования, шт.	2,600	2,546	5,372
Принятое кол-во оборудования, шт.	3	3	6
Козф. загрузки оборудования	0,867	0,849	0,895

Также был произведен расчет: количества внутрицеховой и отправной тары; необходимого количества и стоимости материалов и полуфабрикатов; мощности трансформаторного отделения; необходимого количества транспортных средств; потребных площадей для производственных и вспомогательных целей.

Эмаль печи современных эмаль-агрегатов содержат две зоны: первая зона – для удаления паров растворителя, вторая зона – пленкообразования.

Расчет технологических режимов эмалирования провода сводится к расчету процесса нанесения изоляционного покрытия на провод, температуры эмалированной проволоки $T_{пр}$, средней степени пленкообразования $A_{ср}$, средней степени деструкции $B_{ср}$, степени завершенности реакции пленкообразования A_k , концентрации растворителя C .

Результаты расчета для диаметра 0,71 мм представлены на рис. 2, 3 и приведены в табл. 3.

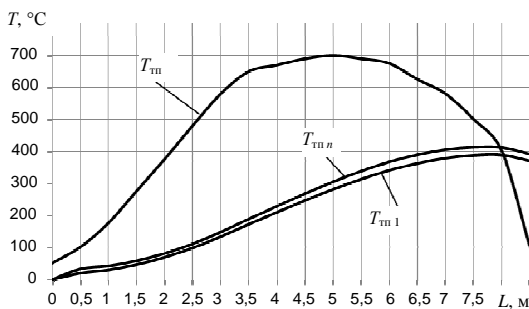


Рис. 2. Распределение температуры провода для 1-го и последнего проходов и терморпары по длине печи эмали-агрегата Delta H4 SB

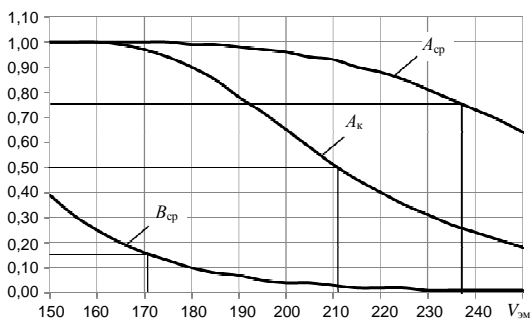


Рис. 3. Зависимость $A_{ср}$, $A_к$, $B_{ср}$ от $V_{эм}$

Таблица 3

Результаты расчета $A_{ср}$, $A_к$, $B_{ср}$ в зависимости от $V_{эм}$

$V_{эм}$	$A_{ср}$	$A_к$	$B_{ср}$
150	1,00	1,00	0,39
155	1,00	1,00	0,31
160	1,00	1,00	0,25
165	1,00	0,99	0,2
170	1,00	0,97	0,16
175	1,00	0,94	0,13
180	0,99	0,90	0,1
185	0,99	0,85	0,08
190	0,98	0,78	0,07
195	0,97	0,72	0,05
200	0,96	0,65	0,04
205	0,94	0,58	0,04
210	0,93	0,51	0,03
215	0,90	0,45	0,02

220	0,88	0,40	0,02
225	0,85	0,35	0,02
230	0,81	0,31	0,01
235	0,77	0,27	0,01
240	0,73	0,24	0,01
245	0,69	0,21	0,01
250	0,64	0,18	0,01

Изоляция считается качественной, если

$$A_{\text{cp}} \geq 0,75; A_{\text{к}} \geq 0,5; B_{\text{cp}} \leq 0,15.$$

Рассчитанные экономические показатели цеха по производству провода ПЭВТЛ-1-155 приведены ниже.

Экономические показатели инвестиционного проекта

Показатели	Значение
Период расчета, лет	5
E , %	29
Инвестиционные затраты, млн руб.	450,614
Прибыль, млн руб.	333,620
ЧДД, млн руб.	452,379
ИД	2,005
Срок окупаемости, лет	1,77

Финансовый профиль проекта представлен на рис. 4.

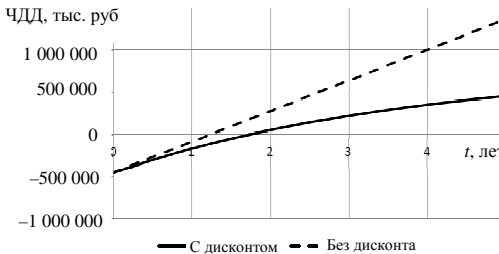


Рис. 4. Финансовый профиль проекта

Библиографический список

1. Пешков И.Б. Обмоточные провода: учеб. пособие для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 352 с.
2. Технология производства проводов: метод. указания к лаборатор. работам / сост. Т.В. Костыгова. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2010. – 69 с.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЛАВЛЕНИЯ ПОЛИМЕРА

Студент гр. КТЭИ-10 А.А. Петренко

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *А.В. Казаков*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

При моделировании технологических процессов изначально требуется получить данные о свойствах материалов экспериментальным путем, а затем, основываясь на полученных результатах, проводить численные исследования. Следует отметить, что на сегодняшний день в открытой литературе опубликован целый ряд работ по исследованию теплофизических свойств полимеров [1–3]. Однако недостаточно полно представлены практические рекомендации, позволяющие перейти от натурального эксперимента к моделированию реальных технологических процессов.

Таким образом, представляет научный интерес и является весьма *актуальной* разработка универсального подхода по совмещению эксперимента и численного исследования.

Научной новизной работы является описание практических рекомендаций, которые позволят, используя современное оборудование и математическое моделирование, спрогнозировать скрытые особенности поведения материала в реальных технологических процессах.

Практическая значимость. Использование предложенных практических рекомендаций позволит сократить временные и материальные затраты на производстве при изучении технологических процессов, связанных с переработкой полимеров.

Цель работы – разработать подход, который позволит использовать данные натуральных экспериментов при математическом моделировании технологических процессов.

Задачи исследования:

- разработать математическую модель процесса плавления полимера;
- провести численные исследования;
- осуществить сравнительный анализ результатов, полученных экспериментальным и численным методами.

Методы исследования. При решении перечисленных задач применялась теория фазового перехода, натурные эксперименты и методы математического моделирования.

Постановка задачи. Математическое описание процесса плавления в дифференциально-сканирующем калориметре основывается на законе сохранения энергии. Решение общей задачи осуществляется поэтапно [4]:

$$Cp \left(\frac{\partial T}{\partial t} + v_r \frac{\partial T}{\partial r} + \frac{v_\theta}{r} \frac{\partial T}{\partial \theta} + v_z \frac{\partial T}{\partial z} \right) = \lambda \left(\frac{1}{r} \frac{\partial T}{\partial r} + \frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{\partial T}{\partial \theta} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right) + \tau_{rr} \cdot \dot{\gamma}_{rr} + \tau_{\theta\theta} \cdot \dot{\gamma}_{\theta\theta} + \tau_{zz} \cdot \dot{\gamma}_{zz} + \tau_{r\theta} \cdot \dot{\gamma}_{r\theta} + \tau_{rz} \cdot \dot{\gamma}_{rz} + \tau_{\theta z} \cdot \dot{\gamma}_{\theta z},$$

где τ_{rr} , $\tau_{\theta\theta}$, τ_{zz} , $\tau_{r\theta}$, τ_{rz} , $\tau_{\theta z}$ – компоненты тензора напряжений; $\dot{\gamma}_{rr}$, $\dot{\gamma}_{\theta\theta}$, $\dot{\gamma}_{zz}$, $\dot{\gamma}_{r\theta}$, $\dot{\gamma}_{rz}$, $\dot{\gamma}_{\theta z}$ – компоненты тензора скоростей сдвига; $\frac{\partial T}{\partial t}$, $\frac{\partial T}{\partial r}$, $\frac{\partial T}{\partial \theta}$, $\frac{\partial T}{\partial z}$ – компоненты, показывающие зависимость температуры от времени, радиальной, угловой и осевой координат; v_r – радиальная скорость, м/с; v_θ – угловая скорость, м/с; v_z – осевая скорость, м/с.

Поскольку реальные процессы теплообмена сложны, для возможности их моделирования и упрощения системы примем следующие допущения:

- задача осесимметричная;
- свойства материала однородны, изотропны;
- теплофизические свойства материала постоянны, за исключением теплоемкости (зависит от температуры);
- отсутствуют внутренние источники тепла (отсутствует тепло за счет отсутствия диссипации);
- тепловым потоком $\frac{\partial T}{\partial \theta}$ пренебрегаем;
- материал находится в неподвижном состоянии.

Уравнение энергии, исходя из принятых допущений, примет следующий вид:

$$C(T) \rho \frac{\partial T}{\partial t} = \lambda \left(\frac{1}{r} \frac{\partial T}{\partial r} + \frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right), \quad (2)$$

где $C(T)$ – удельная теплоемкость материала, Дж/(кг·°С) (является функцией от температуры); ρ – плотность материала, кг/м³; λ – теплопроводность материала, Вт/(м·°С).

Уравнение (2) необходимо дополнить условиями однозначности.

Начальные условия. Температура во всем объеме материала в начальный момент времени $t = 0$ равна T_0 , °С:

$$T(r, z, 0) = T_0. \quad (3)$$

Граничные условия. В данной задаче используются граничные условия 1-го рода, задается значение функции $T(r, z, t)$ на границах для каждого момента времени:

$$T(r, \tau) \Big|_{z=0} = F, \quad (4)$$

$$T(r, \tau) \Big|_{z=h} = F, \quad (5)$$

$$T(z, \tau) \Big|_{r=r_0} = F, \quad (6)$$

где h – высота исследуемой модели; r_0 – радиус модели, м; $F = f(t)$ – функция по времени, м;

$$f(t) = T_0 + \Delta T \cdot t, \quad (7)$$

где ΔT – скорость нагрева, °С/с.

Таким образом, уравнение (2), замкнутое условиями однозначности (3)–(7), является математической моделью процесса плавления.

Численная реализация. Сравнение с экспериментальными данными. После моделирования процесса плавления, проходящего в дифференциально-сканирующем калориметре, были получены следующие результаты, которые представлены ниже. При численной реализации в пакете ANSYS температурная зависимость теплоемкости, скрытая теплота плавления и температурный диапазон плавления материала взяты из экспериментальных данных. Для удельной теплоемкости из всего распределения выбраны опорные точки, отображающие изменение состояния материала. Плотность и теплопроводность взяты из справочника [5].

На рисунке просматривается появление областей расплава в объеме материала. Это говорит о начале плавления. Согласно эксперименту этому моменту должна соответствовать температура, равная 121,44 °С.

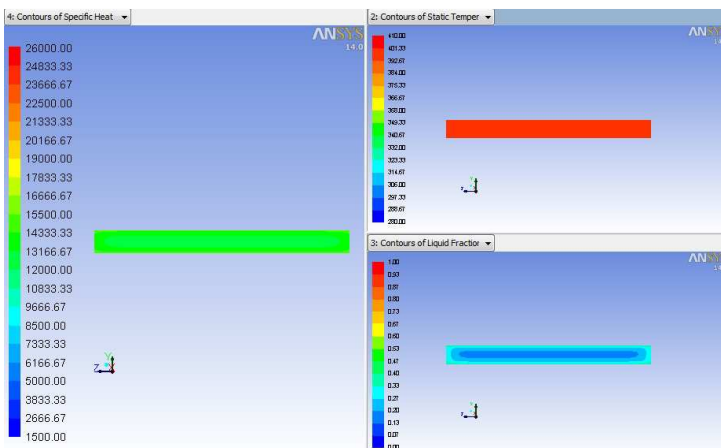


Рис. Сечение YZ, $\tau = 670$ с. Слева – теплоемкость материала; справа сверху – температура; справа внизу – содержание жидких фракций

Проанализировав результаты, представленные в таблице, можно отметить, что отклонение расчетных значений от экспериментальных не превышает 5 %. Это говорит о том, что математическая модель является адекватной.

Оценка невязки

Номер опыта	Материал	Скорость нагрева, °C/мин	Температура начала плавления, °C		Невязка, %	Температура конца плавления, °C		Невязка, %
			Эксп.	Расч.		Эксп.	Расч.	
1	ПЭ 271-274К	10	121,44	121,67	0,18	126,06	126,67	0,48
2	ПЭ 153-02К	10	98,82	98,34	0,49	107,15	107,5	0,33
3	Megolon HF 1876	5	125,34	125,78	0,35	128,84	128,7	0,11
4		10	124,4	124,17	0,18	128,45	128,34	0,09
5		20	123,49	123,99	0,40	128,52	128,67	0,12

Таким образом, совместное использование натурального эксперимента и численного исследования предоставляет возможность для дальнейшего моделирования более сложных технологических процессов.

Выводы:

1. В программном пакете ANSYS построена и реализована математическая модель процесса плавления полимерных материалов.

2. Проведена проверка адекватности предложенных математических моделей и алгоритмов путем сравнения с реальными процессами. Отмечено достаточно хорошее согласование результатов.

3. Предложенные практические рекомендации можно использовать при изучении более сложных технологических процессов.

Библиографический список

1. Гаспарян Р.А. Структурные фазовые переходы в гибкоцепных полимерах: дис. ... д-ра физ.-мат. наук. – СПб., 2000. – 175 с.

2. Шевченко С.С. Моделирование равновесных свойств, фазовых переходов и локальной подвижности в двумерных частично упорядоченных полимерных доменах: дис. ... канд. физ.-мат. наук. – Череповец, 2005. – 196 с.

3. Фрейман Е.И. Математическая модель и численное исследование твердотельного фазового перехода в наноразмерном образце: дис. ... канд. физ.-мат. наук. – Тула, 2011. – 118 с.

4. Труфанова Н.М. Переработка полимеров: учеб. пособие. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2009. – 159 с.

5. Корицкий Ю.В., Пасынкова В.В., Тареева Б.М. Справочник по электротехническим материалам: в 3 т. / под ред. Ю.В. Корицкого [и др.]. – 3-е изд., перераб. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – Т. 1. – 368 с.

6. Тагер А.А. Физико-химия полимеров. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Научный мир. 2007.– 576 с.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОПТИЧЕСКИХ КАБЕЛЕЙ

Студент гр. МЭ-11-16 А.А. Рыков

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *Е.В. Субботин*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Почти все процессы, наблюдаемые в природе, связаны с превращением энергии – выделением или поглощением тепла. Информация о значениях тепловых эффектов и о характере их протекания является одной из основных как в практике научных исследований, так и при оптимизации или контроле многочисленных производственных технологических процессов.

Калориметрия – это совокупность методов и средств измерения тепловых эффектов, сопровождающих различные физические, химические и биологические процессы. Основными достоинствами новых приборов является возможность с их помощью изучать на образцах малых размеров термодинамику и кинетику быстрых и медленных процессов, протекающих как в динамических, так и в статических условиях, получая при этом достаточно точные результаты. Современные теплофизические методы позволяют выполнять широкую программу исследований важнейших физических и химических процессов в полимерах.

Большое число работ по калориметрии связано с проблемами физики твердого тела. Результаты калориметрических исследований позволяют изучать полную термодинамическую характеристику интересующего явления и делать более точные выводы и прогнозы.

В данной работе проводилось исследование и сравнительный анализ теплофизических характеристик полимерных материалов, применяющихся при изготовлении оболочек оптических кабелей (рис. 1).

Объектом исследований являлись следующие полимерные композиции:

1. Полиэтилен марки «Казпэлен 273-83» из разных партий;
2. Полимерная композиция на основе полиэтилена марки «Vogelis ME 6052» из разных партий;
3. Полиэтилен марки 15303-020.

Исследование проводилось с помощью дифференциальной сканирующей калориметрии [2]. Данный метод основан на непрерывной регистрации разности теплового потока от образца и эталона или к образцу и эталону (изменения энтальпии) как функции температуры или времени при нагревании образцов в соответствии с определенной программой в заданной газовой атмосфере.



Рис. 1. Оптический кабель марки ДПС: 1 – центральный силовой элемент (ЦСЭ): стеклопластиковый диэлектрический стержень, стальная проволока, 2 – оптическое волокно, 3 – оптический модуль со свободно уложенными волокнами в оболочке из ПБТ и заполненный гидрофобным наполнителем, 4 – межмодульный гидрофобный наполнитель, 5 – промежуточная оболочка из полимерного материала, 6 – броня из стальных оцинкованных проволок, 7 – защитный шланг из полимерного материала

При проведении эксперимента использовался модулированный дифференциальный сканирующий калориметр DSC Q2000 (TA Instruments) (рис. 2).



Рис. 2. Дифференциальный сканирующий калориметр Q2000 с автосемплером и воздушной системой охлаждения

Система ДСК состоит из трех основных компонентов: дифференциального сканирующего калориметра, ячейки, которая осуществляет мониторинг теплового потока и температуры, а также системы охлаждения. Выбор системы охлаждения осуществляется в зависимости от требуемого диапазона температур.

Исследование теплофизических характеристик образцов проводилось в атмосфере инертного газа (азот) в соответствии с ASTM E1269 [1]. Скорость нагрева составляла 10 °С/мин, диапазон температур от 35 до 215°С. Для исследования были подготовлены образцы массой 10 мг.

В результате были получены температурные зависимости удельной теплоемкости исследуемых полимерных материалов, которые приведены на рис. 3–5.

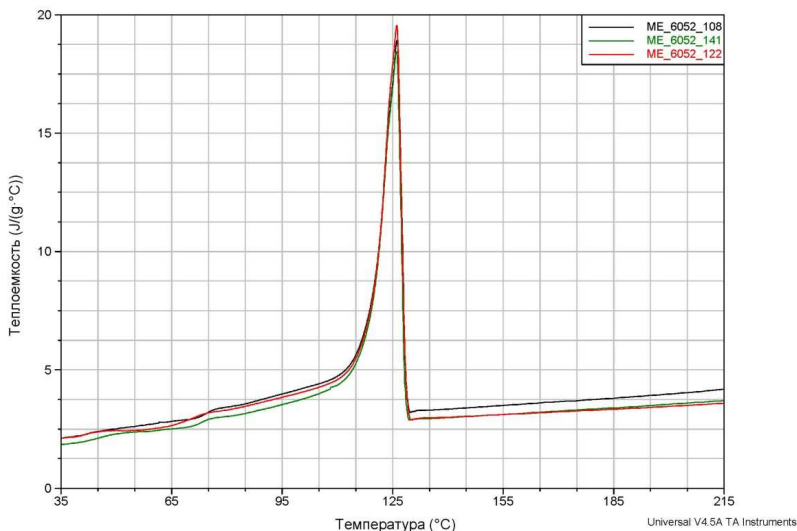


Рис. 3. Температурная зависимость удельной теплоемкости полимерной композиции «Borealis ME 6052»

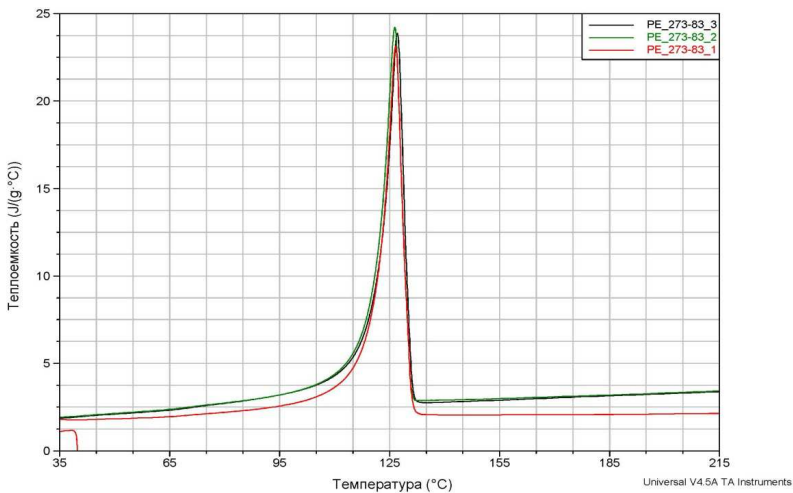


Рис. 4. Температурная зависимость удельной теплоемкости полиэтилена «Казпэлен 273-83»

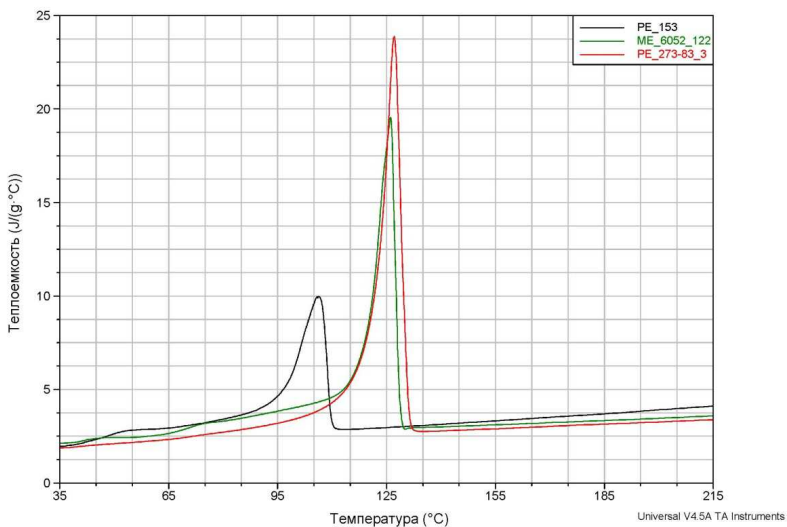


Рис. 5. Температурные зависимости удельной теплоемкости образцов представленных полимерных материалов

Из рисунков видно, что для представленных полимеров существует характерный диапазон температур фазовых превращений, в пределах которого значение удельной теплоемкости материала существенно изменяется. Величина пикового значения и форма кривой зависят от марки полимера. Анализ температурных зависимостей удельной теплоемкости позволяет сделать предположение, что основой полимерной композиции «Vorealis ME 6052» является полиэтилен высокой плотности. Кроме того, следует отметить, что разные партии одного полимерного материала могут иметь отличающиеся теплофизические характеристики, что, в свою очередь, может привести к возникновению сложностей на этапе переработки. В подобных случаях решением является входной контроль, позволяющий заранее определить материал, не соответствующий требованиям нормативной документации, и предотвратить его запуск в производство.

Библиографический список

1. ASTM E 1269 – 01. Standard Test Method for Determining Specific Heat Capacity by Differential Scanning Calorimetry.
2. Шах В. Справочное руководство по испытаниям пластмасс и анализу причин их разрушения. – СПб.: Научные основы и технологии, 2009. – 731 с.

Секция IV
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ

Канд. пед. наук, старший преподаватель Л.Ф. Зиангирова
Башкирский государственный педагогический
университет им. М. Акмуллы, г. Уфа

В соответствии с ФГОС ВПО по направлению подготовки «Прикладная информатика» бакалавр должен обладать определенными профессиональными компетенциями в проектировании компьютерных сетей: способностью решать прикладные задачи с использованием информационных и коммуникационных технологий, эксплуатировать и сопровождать информационные системы; способностью оценивать и выбирать современные операционные среды для информатизации и автоматизации решения прикладных задач.

Значительный интерес представляет применение в процессе обучения студентов образовательного комплекса «Вычислительные системы, сети и телекоммуникации». В данном комплексе представлены теоретические сведения по проектированию компьютерных сетей, практические и самостоятельные работы.

При изучении темы «Проектирование компьютерных сетей» применяется компьютерная система NetCracker, использующая анимацию при визуализации движения пакетов, нагрузки сети для моделирования и анализа работоспособности сети. Программа NetCracker позволяет проверять связность сети, возможность и эффективность использования сетевых устройств. Данная система включает библиотеку готовых сетевых устройств и дает возможность определять новые типы устройств. Область применения программы NetCracker – создание проекта сетевого решения, тестирование данного решения и документирование окончательного варианта * [1].

При выполнении лабораторных работ студенты:

– изучают программу NetCracker, знакомятся с основными возможностями данной программы и общими принципами моделирования сети в ней;

– знакомятся с возможностями программы NetCracker для анализа трафиков в сети посредством моделирования процессов передачи данных;

*Зиангирова Л.Ф. Методика изучения темы «Проектирование компьютерных сетей» при обучении студентов по направлению подготовки «Прикладная информатика» // Информатика и образование. – 2014. – № 9 (258). – С. 62–63.

– создают модели сети, задают трафики и получают результаты моделирования (определяя загруженность каналов, «поиск узких мест» и т.д.);

– знакомятся с основными конфигурациями сетей; применяют программу NetCracker для анализа поведения сетевого проекта в различных сценариях прохождения трафика; знакомятся с основными многоуровневыми конфигурациями сетей.

С помощью материала для лабораторной работы организуется самостоятельная работа студентов, например, выполнение индивидуального задания. Приведем пример такого задания.

1. Создайте проект сети с топологией «звезда» и следующим составом оборудования: два сервера, две лаборатории по шестнадцать компьютеров, три коммутатора (рисунок). Задайте трафик: с профилем File server's client между рабочими станциями в лаборатории № 1 (приемник трафика сервер S1); с профилем HTTP client в лаборатории № 1 (приемник трафика сервер S2); с профилем HTTP client в лаборатории № 2 (приемник трафика сервер S2).

2. Определите максимально возможный трафик компьютеров лаборатории №1 и узкое место сети, увеличивая частоту поступления запросов клиентов на сервер S2 за счет уменьшения времени между транзакциями.

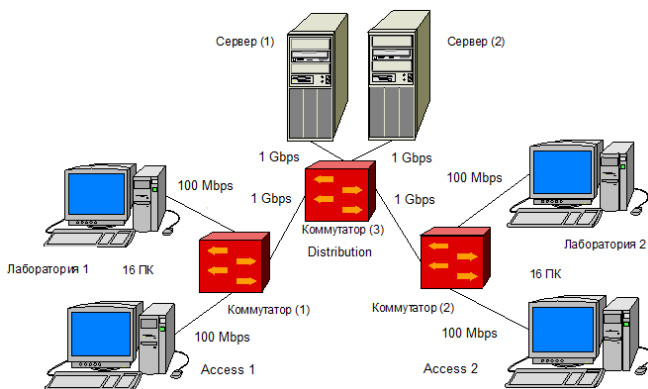


Рис. Проект сети с топологией «звезда»

Также образовательный комплекс содержит вопросы для самостоятельного освоения. Приведем пример.

1. Какие задачи проектирования и исследования сетей могут быть решены с использованием программы NetCracker?

2. Для каких целей служат браузер устройств, рабочая зона, панель изображений?

3. Что такое многоуровневый проект?

4. Какие средства программы NetCracker позволяют количественно определить степень загруженности конкретного канала связи?

После рассмотрения индивидуального задания и вопросов для самостоятельного освоения целесообразно предложить более сложное задание на сбор сети с заданной топологией и спецификациями. Приведем пример такого задания.

Постройте локальную вычислительную сеть следующей топологии и оборудования. Рабочие станции № 1, № 2, № 3 и сервер S1 соединены между собой по технологии Fast Ethernet с использованием неэкранированной витой пары и коммутатора. Сеть Ethernet связана посредством маршрутизатора и моста с сетями 16 Мбит/с Token Ring и сетью Fast Ethernet соответственно. Рабочие станции № 4, № 5 и сервер S2 соединены в сеть Token Ring. Рабочие станции № 6, № 7, № 8 и сервер S3 соединены по технологии Fast Ethernet. Сервер S1 обслуживает рабочие станции № 1, № 2, № 3 и CAD/CAM-приложения. Сервер S2 – файл-сервер для рабочих станций № 4 и № 5, обслуживающий их как клиентов базы данных. Сервер S3 обслуживает HTTP, FTP, POP3-клиентов. Рабочие станции № 3, № 5, № 7, № 8 – POP3-клиенты. Все рабочие станции обращаются за файлами на FTP-сервер.

Кроме серверов, рабочие станции внутри своих сетей взаимодействуют друг с другом по трафику Small office peer-to-peer. Размер ответа на запрос всех серверов рассчитывается по нормальному закону. Математическое ожидание равно 1000, дисперсия – 400, размер дан в байтах. Задержка ответа на запрос сервера S1 распределена по экспоненциальному закону, математическое ожидание равно 4. Задержка ответа на запрос сервера S2 распределена по нормальному закону, математическое ожидание равно 2, дисперсия – 0,5, время дано в секундах. Задержка ответа на запрос сервера S3 распределена по закону Эрланга, математическое ожидание равно 1,5, дисперсия – 0,4, время дано в секундах. Необходимо вывести следующую статистику: для всех серверов – текущую нагрузку и количество полученных пакетов; для сегментов – процент использования.

Таким образом, применяя данную методику при изучении темы «Проектирование компьютерных сетей» можно создавать проекты вычислительных сетей различной сложности и проводить анализ, используя технологию имитационного моделирования.

УГРОЗЫ ИБ В ИНФРАСТРУКТУРЕ BITTORRENT

Студент гр. КОБ-12-1 А.В. Рангулов

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *И.И. Безукладников*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

В настоящее время распределенные системы и сервисы, построенные на технологии пиринговых сетей (peer-to-peer, p2p), начинают доминировать в использовании интернет-трафика. В отличие от традиционных клиент-серверных сетей, где серверы только предоставляют контент, а клиенты только пользуются этим контентом, в P2P сетях каждый узел является как клиентом, так и сервером. Так, например, исследования, проведенные в 8 различных географических регионах в течение 2008–2009 гг., показывают, что файлообменные P2P сервисы потребляет большую часть трафика (от 43 до 70 %) всего Интернета в этих регионах. [1] Также стоит отметить, что наиболее популярным протоколом среди пользователей файлообменных P2P сервисов является протокол BitTorrent.

Bittorrent является протоколом P2P обмена файлами. Он представляет собой метод широкого распространения больших объемов данных без наличия первичного центрального раздающего узла, требующего больших затрат на оборудование, хостинг и полосу пропускания. Вместо этого, когда данные распределены с использованием протокола BitTorrent, каждый получатель предоставляет части данных, в свою очередь, новым получателям, снижая затраты и нагрузку на каждый отдельно взятый источник, создавая избыточность относительно системных сбоев и снижая зависимость от центрального источника раздачи. Доля использования данного протокола для передачи файлов составляет более 40 % от числа всех остальных протоколов, используемых для этих же целей [2].

Равнозначность и общий функционал узлов обеспечиваются клиентскими приложениями, запускаемыми на рабочих компьютерах пользователей Интернета и решающих все необходимые для функционирования таких сетей задачи. Функции поиска узлов при динамически меняющейся физической инфраструктуре и отсутствии центрального индексирующего сервера, установление между ними сеансов связи, фрагментация и обратное восстановление файлов, а также многие другие функции выполняются соответствующими протоколами, реализованными в клиентском ПО.

Поскольку перечисленные выше показатели были достигнуты за достаточно небольшой промежуток времени, необходимо отметить, что взрывной рост популярности подобных систем приводит к необходимости тщательного изучения вопросов, касающихся обеспечения их информационной безопасности.

В данной работе рассматриваются как типовые угрозы (традиционные) информационной безопасности в инфраструктуре BitTorrent, так и нетрадиционные, так называемые скрытые каналы (СК). Под скрытым каналом понимается метод передачи нелегальной информации незаметно для действующих средств информационной безопасности [3].

Типовые угрозы. *Атака «отказа в обслуживании» (DoS-атака)* – распространенное онлайн-нападение, цель которого подавить сетевую пропускную способность сети и приостановить доступ к серверам [4]. В настоящее время большинство файлообменных сетей используют узлы или серверы, хранящие у себя ссылки на определенные файлы. В определенный момент узел, уходя на профилактику, оставляет пользователям адрес запасного узла. В этом случае злоумышленники могут направить пользователей на сайт-жертву, тем самым десятки тысяч людей, пытаясь загрузить файл, на самом деле будут осуществлять распределенную Dos-атаку.

Атака по середине (MITM-атака) состоит в нападении, которая использует отсутствие целостности информации при маршрутизации. Вредоносный узел может вернуть IP-адреса других вредоносных узлов при запросе для конкретного ID. Затем запрашивающий клиент устанавливает сеанс со вторым злонамеренным узлом, который снова возвращает «отравленный» ответ. Это может продолжаться, пока не истечет время жизни (TTL) [5].

Простой путь проверки правильности поиска маршрутизации состоит в том, чтобы использовать многократную трассировку и проверять ID узла каждого транзитного участка маршрутизации.

Вставка вредоносных данных. Актуальность этой угрозы состоит в том, что плохой узел, который передает искаженную информацию или отправляет вредоносный код, может распространить эти данные дальше в рой (совокупность всех клиентов, участвующих в раздаче).

Подделка хэша. Данный вид угрозы подразумевает собой подмену хэш-суммы одной или нескольких частей передаваемого файла, что делает невозможным до конца загрузить контент.

Нетиповые угрозы. Скрытые каналы. Передача данных в СК привязана к моментам передачи данных в открытом канале, причем

скрытая передача остается незаметной для участников легального обмена и не оказывает влияния на открытый канал.

Для создания скрытого канала любого типа необходимо обеспечить выполнение множества необходимых условий его существования. Первым необходимым условием существования скрытого канала является наличие у информационного ресурса одного из видов недоиспользованности. Проверка различных видов недоиспользованности осуществляется путем последовательных попыток построения СК того или иного вида. Передача информации осуществляется путем ее внедрения в неиспользуемые структурные единицы информационного потока. Вторым условием существования СК является отсутствие противоречия в действующей политике информационной безопасности, тем самым он не может быть выявлен и уничтожен в течение сколь угодно долгого времени без внесения соответствующих изменений в политику безопасности [3].

Заключение. Таким образом, в работе были рассмотрены как типовые, так и нетрадиционные угрозы информационной безопасности в инфраструктуре BitTorrent. Также стоит отметить, что традиционные угрозы могут быть достаточно успешно парированы типовыми средствами обеспечения ИБ, такими как межсетевые экраны, антивирусные программы, анализаторы протоколов, система мониторинга сетей, повсеместно устанавливаемых на рабочих станциях пользователей. А нетрадиционные угрозы в целом и скрытые каналы в частности более опасны, нежели типовые, так как не могут быть обнаружены и парированы, поэтому требуются дальнейшие исследования.

Библиографический список

1. Hyunggon Park, Rafit Izhak Ratzin, Mihaela van der Schaar. Peer-to-Peer Networks – Protocols, Cooperation and Competition // Streaming Media Architectures, Techniques, and Applications: Recent Advances, 2011.
2. Check point 2013: отчет по информационной безопасности. – 2013.
3. Безукладников И.И., Кон Е.Л., Антинескул А.В. Построение скрытых каналов в сервисных протоколах в современных файлообменных P2P сетях // Вестник Поволжского технологического университета. – Йошкар-Ола, 2014. – № 5(24). – С. 35–43.
4. Ratan Guha, Darshan Purandare. Security Issues in BitTorrent like P2P Streaming Systems. – 2013.
5. Henning Schulzrinne, Enrico Marocco, Emil Ivov. Security Issues and Solutions in Peer-to-Peer Systems for Realtime Communications. – 2010.

НАСТРОЙКА OPENVPN НА ANDROID

Студенты гр. ТК-13-16 Д.А. Ладанов, А.А. Деменев
Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *Ю.Н. Липин*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Настройка подключения на Android с помощью официального приложения OpenVPN.

Для начала рассмотрим, в каких случаях нам может понадобиться VPN-тоннель на смартфоне или планшете. Во-первых, использование VPN-тоннеля поможет избежать просмотра/сбора истории сайтов, которые вы посещаете, ваших интересов; воровства ваших паролей в публичных местах (кафе, барах, вокзалах и т.д.) при использовании открытой /гостевой точки доступа. Возможно, вы просто не захотите оставлять историю своих посещений в логах чужого роутера. Во-вторых, если ваш провайдер мобильного Интернета запрещает посещать какие-либо ресурсы, то использование OpenVPN на мобильном устройстве позволит вам посещать любые сайты в обход таких ограничений.

Представленная инструкция предназначена для настройки подключения к удаленному VPN-серверу с устройств на базе операционной системы Android при помощи программы OpenVPN

Для того чтобы создать VPN-подключение при помощи приложения Open VPN на Android-устройстве, вам понадобятся:

- смартфон или планшет на базе ОС Android;
- программа OpenVPN connect для ОС Android;
- конфигурационный файл с сертификатами, а также логин и пароль.

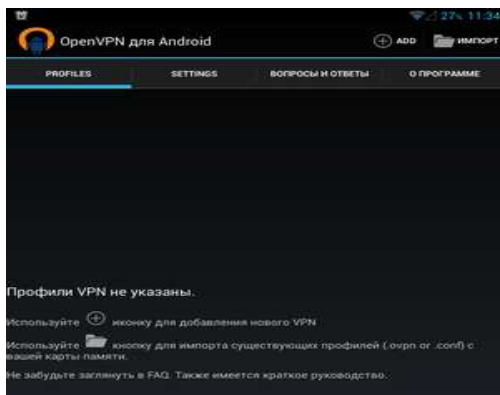
Для настройки подключения необходимо получить на ваше устройство конфигурационный файл с параметрами подключения. Это можно сделать, например, так:

- войдите с помощью браузера в биллинг по адресу <https://smartvpn.biz/billing>;
- авторизуйтесь;
- перейдите в раздел Серверы с пакетами настроек;
- выберите пакет, соответствующий выбранному вами серверу для подключения, и перейдите по ссылке для его скачивания.

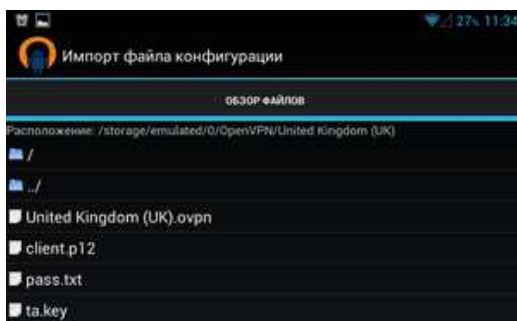
Итак, если вы подготовили все необходимое, то мы можем приступить к настройке VPN-соединения для Android-устройств.

1. Для начала вам необходимо скачать и установить программу OpenVPN for Android. Данное приложение доступно в каталоге Google Play Store, распространяется бесплатно и может быть настроено в любом устройстве на базе Android.

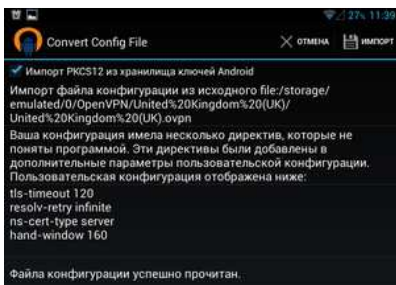
2. Далее запускаем программу OpenVPN for Android и нажимаем кнопку «Импорт», расположенную в верхнем правом углу экрана.



3. Теперь нужно найти распакованный архив с конфигурационным файлом, полученный от провайдера. Затем необходимо один раз кликнуть на файле профиля OpenVPN, имеющем расширение «.ovpn» и нажать кнопку «Выбрать».



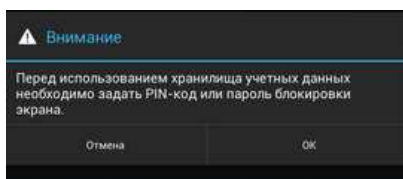
4. После этого в окне программы высветятся детали импортируемого профиля, просмотрев которые, жмем кнопку «Импорт», находящуюся вверху справа.



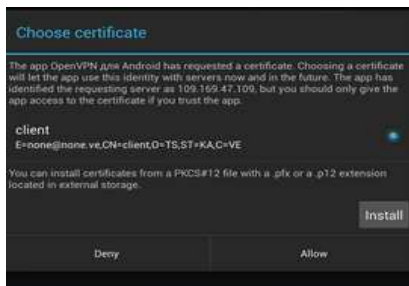
5. В следующем окне программой будет предложено ввести пароль для извлечения сертификата. Вы это сообщение игнорируете, оставляете поле пустым и нажимаете кнопку «ОК».

6. Далее вам будет предложено присвоить имя сертификату, здесь его можно оставить таким, каким оно прописано по умолчанию.

7. На следующем этапе необходимо прописать PIN-код для разблокировки устройства. Здесь в обязательном порядке необходимо этот код заполнить, выбрав удобную комбинацию цифр, которую вам легче запомнить. Если вы его забудете, то разблокировать устройство не удастся.

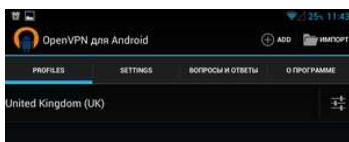


8. Далее вы увидите на экране запрос на использование сертификата, здесь следует нажать кнопку «Allow».

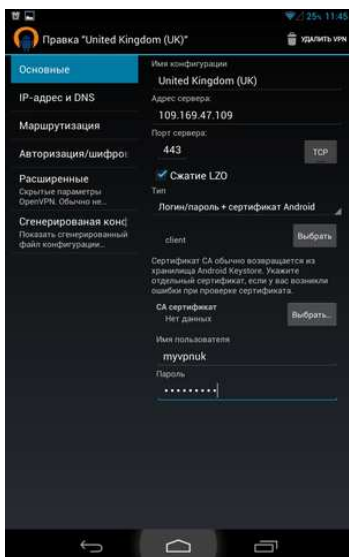


Если вы сделали все верно, то ваш профиль успешно импортирован в программу и остается произвести настройку логина и пароля

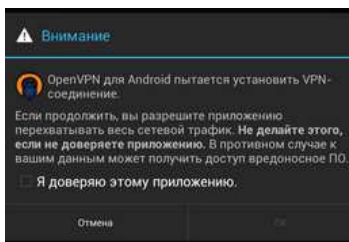
для подключения, для чего следует нажать кнопку настройки напротив названия профиля.



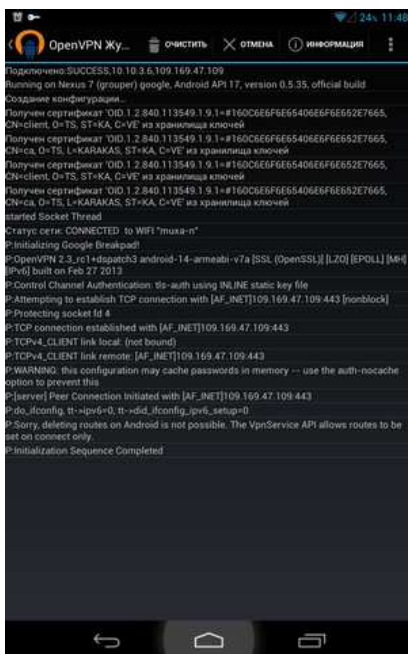
9. Скопируйте из биллинга логин и пароль в соответствующие поля приложения.



После этого настройку приложения можно завершать, для чего нужно нажать на название подключения, система попросит подтвердить разрешение подключиться к VPN, ставите галочку «Я доверяю этому приложению» и нажимаете «ОК».



10. В результате на экране вы увидите лог подключения, а в панели уведомлений отобразится соответствующий ярлычок подключения VPN, где можно также просмотреть статус VPN-соединения.



На этом настройка подключения к VPN-серверу с устройств на базе операционной системы Android через программу OpenVPN завершена.

Обратите внимание на детали подключения (время, входящий и исходящий трафик). Их наличие дает понять об успешности подключения. Также вы увидите значок VPN вверху экрана.

Библиографический список.

1. Настройка OpenVPN в Google Android устройствах [Электронный ресурс] // vpnme. 2014. https://www.vpnme.me/ru/configs_ovpn_android.html (дата обращения: 19.04.2015).
2. Настройка OpenVPN соединения на Android 4.x [Электронный ресурс] // TheSafety. 2006. http://thesafety.us/ru/openvpn_android (дата обращения: 20.04.2015).

АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМЫХ SNMP-МЕНЕДЖЕРОВ

Студент гр. ТК-11-1 С.Ю. Тиунов

Научный руководитель – старший преподаватель *А.В. Гаврилов*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Современные инфокоммуникационные системы представляют собой совокупность большого числа сложного, территориально разнесенного телекоммуникационного оборудования. Мониторинг и управление таким оборудованием реализуются системами управления с использованием специализированных протоколов управления. Наиболее распространенным протоколом управления является простой протокол сетевого управления SNMP. Студенты, обучающиеся по направлению подготовки 11.04.02 (210700) «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», знакомятся с вопросами управления инфокоммуникационными сетями при изучении дисциплины «Современные принципы и технологии управления инфокоммуникационными сетями». В ходе выполнения лабораторных работ по указанной дисциплине студенты подробно изучают процесс взаимодействия агент-менеджера по протоколу SNMP. Так как на рынке в данный момент присутствует большое число менеджеров SNMP, то возникла необходимость в анализе современных программных продуктов, реализующих функции менеджера SNMP. Наиболее богатым функционалом обладает программный продукт фирмы Castle Rock Computing – сетевой менеджер SNMPc Enterprise [1]. Однако весьма существенная стоимость данного продукта не позволяет его использовать на легальной основе. Таким образом, задача поиска аналогичного свободного распространяемого менеджера SNMP, который можно использовать в образовательных целях, является актуальной и важной.

В данной работе был произведен анализ функциональных возможностей свободно распространяемых версий SNMP-менеджеров, таких как LorientPro Free Edition, iReasonig Free Personal Edition, OiDVIEW SNMP MIB Browser, а также выполнено сравнение их с менеджером SNMPc Enterprise. Дополнительным ограничением при поиске SNMP менеджеров являлось требование работы менеджера под операционной системой MS Windows, так как на компьютерах в лаборатории установлено лицензионное ПО Windows XP. По этой причине в обзор не вошли такие распространенные средства мониторинга, как Zabbix и net-snmp.

Анализ функциональных возможностей программного обеспечения SNMPc Enterprise позволил сформулировать следующие наиболее важные требования к SNMP-менеджерам:

1. Число узлов в дереве каталогов. Эта функция отображает, какое количество устройств обнаруживает менеджер, показывает, какого масштаба сеть может обслужить менеджер.

2. Максимальное количество контролируемых узлов (PING, SNMP-опрос). Эта функция показывает количество узлов, которое менеджер может обслужить посредством ping-, snmp-запросов. Показывает, какого масштаба сеть может обслужить менеджер.

3. Число MIB объектов в базе данных SNMP. Эта функция показывает количество переменных MIB, с которым менеджер может работать одновременно. Отображает количество переменных устройства, которые может контролировать менеджер.

4. MIB-компилятор. Эта функция позволяет прописывать модули MIB для частного устройства и добавлять его в MIB-базу менеджера без дополнительного ПО (использование какого-либо другого компилятора).

5. Просмотр модулей MIB и MIB-дерево. Эта функция позволяет просматривать MIB и отображает MIB в стандартном общепринятом виде. Влияет на удобство работы с менеджером и выбором нужных переменных для работы с устройствами.

6. Карта топологии сети. Эта функция позволяет наглядно видеть устройства и связи между ними, т.е. просматривать топологию сети, количество сетей и подсетей.

7. Прием и история SNMP-TRAP. Функция сообщает об аварийных ситуациях в устройстве и хранит их какой-то промежуток времени. Это могут быть сигналы, сообщающие о событиях: переназначение портов в коммутаторе или его перезапуск, отправка сигнала аварии от источника бесперебойного питания о переходе в режим работы от батареи, сигналы от различных датчиков, например, вскрытия и т.д.

8. Поддержка IPv6. Эта функция показывает, может ли менеджер работать с устройствами IP, адрес которых задан посредством IPv6.

9. Версия протокола SNMP, поддерживаемая менеджером. Эта функция отображает, сколько версий из трех поддерживает менеджер. Таким образом, в зависимости от потребностей в различных версиях SNMP будет выбираться менеджер для мониторинга сети.

10. Модуль обнаружения SNMP. Функция позволяет посредством SNMP-запроса выяснить, есть ли SNMP служба на устройстве и включена ли она.

11. Модуль обнаружения ping. Функция позволяет проверить, есть ли связь с необходимым нам устройством, без применения дополнительных средств.

12. График изменений переменных. Функция позволяет просматривать изменение значений MIB-переменных в виде графика в режиме реального времени. Таким образом, наглядно видна динамика изменения значений.

13. Фильтр принимаемых уведомлений. Функция позволяет просматривать только необходимые администратору события, выбирать их из множества произошедших событий, что упрощает мониторинг сети и в случае аварийной ситуации быстрее принять меры по ее устранению.

С учетом указанных требований были найдены сопоставимые по функционалу менеджеры: LorientPro Lite Edition [2], iReasoning MIB browser [3], OidVIEW SNMP MIB Browser [4].

Результаты анализа функциональных возможностей менеджеров приведены в таблице.

Сравнение параметров SNMP-менеджеров

Функции	SNMPC Enterprise	LorientPro Lite Edition	iReasoning MIB browser	OidVIEW SNMP MIB Browser
Число узлов в дереве каталогов	нет ограничений	нет ограничений	нет ограничений	нет ограничений
Максимальное количество контролируемых узлов (PING, SNMP-опрос)	нет ограничений	10	нет ограничений	нет ограничений
Число MIB объектов в базе данных SNMP	нет ограничений	нет ограничений	10	нет ограничений
MIB-компилятор	есть	есть	есть	есть
Просмотр MIB и MIB-дерево	есть	есть	есть	есть
Карта топологии сети.	есть	есть	нет	нет
Прием и история SNMP-TRAP	–	есть	есть	есть
Поддержка IPv6	есть	нет	есть	+модуль
Версия протокола	SNMPv1,2,3	SNMPv1,2,3	SNMPv1,2	SNMPv1,2,3
Модуль обнаружения SNMP	есть	Контролируются первые 10 обнаруженных узлов	есть	есть
Модуль обнаружения ping	есть	Контролируются первые 10 обнаруженных узлов	нет	есть
График изменений переменных	есть	нет	нет	есть
Фильтр принимаемых уведомлений	есть	нет	trap-filter	есть

На основе обзора SNMP-менеджеров можно подвести итог и выделить менеджеры, которые наиболее подходят для ознакомления и обучения, мониторинга сети с помощью SNMP.

Анализ показал, что наибольшим функционалом обладает SNMPc Enterprise, но, как уже было изложено, данная программа не является свободно распространяемой и ее использование для образовательных целей при отсутствии финансирования не представляется возможным.

Следующим по количеству функций является менеджер OiDVieW SNMP MIB Browser, он отличается от SNMPc Enterprise только отсутствием карты топологии сети.

Остальные SNMP-менеджеры схожи по своему функционалу, какой-то уступает первым двум описанным менеджерам в большей степени, какой-то – в меньшей. Идеального варианта в бесплатных версиях менеджеров нет, но можно добиться необходимых целей обучения, используя несколько менеджеров (например, OiDVieW SNMP MIB Browser и LorientPro Lite Edition), тем самым комбинируя их функционал и знакомя студентов с несколькими менеджерами для мониторинга сети с помощью SNMP.

Библиографический список

1. SNMPc Enterprise – Products – Castle Rock Computing. – URL: <https://www.castlerock.com/products/snmpc/> (дата обращения: 30.04.2015).
2. LorientPro software editions. – URL: http://www.lorientpro.com/Products/Features/Table_Editions_EN.php (дата обращения: 30.04.2015).
3. MIB Browser. – URL: <http://ireasoning.com/mibbrowser.shtml> (дата обращения: 30.04.2015)/
4. SNMP MIB Browser Overview. – URL: <http://www.oidview.com/mibbrowser.html> (дата обращения: 30.04.2015).

ВИРТУАЛЬНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ КАЧЕСТВА ПЕРЕДАЧИ В СЕТЯХ ЦИФРОВОГО И ИНТЕРАКТИВНОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ

Студент гр. ТК1-13-1м Б.Ю. Харин

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *В.И. Фрейман*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

На сегодняшний день имеется множество производителей оборудования цифрового и интерактивного телевидения. Каждый вид оборудования (транскодер, мультиплексор, аппаратно-программный комплекс для шифрования видеоконтента, серверы для хранения контента) имеет множество параметров, влияющих на качество услуги телевидения. Для функционального тестирования и изучения процессов в цифровом и интерактивном телевидении достаточно небольшой производительности, поэтому виртуальную сеть телевидения можно исследовать даже на персональном компьютере. Также в стенде реализован генератор искажений по наиболее важным параметрам, изменяя которые можно повлиять на качество изображения, а благодаря автоматизированному сбору статистики и графикам будет выполнен анализ влияния искажений и будут даны рекомендации по устранению подобных проблем с реальным сигналом.

Предлагаемое решение позволит сэкономить затраты на реальное тестовое оборудование, а также обеспечит тестирование широкого спектра протоколов и технологий. Виртуальный стенд можно использовать в университетах для проведения лабораторных работ по тематике, связанной с построением и исследованием мультисервисных инфокоммуникационных сетей современных и перспективных технологий.

Для реализации виртуального стенда потребовалось найти готовые общедоступные приложения для мониторинга в сети телевидения и интеграции с другими модулями. Требуется еще доработать множество решений по интеграции существующего и разрабатываемого программного обеспечения, усовершенствовать алгоритмы работы сети.

Схема виртуального стенда, техническое описание решения. Виртуальный стенд (рис. 1) представляет собой развернутые приложения в среде виртуализации, например VirtualBox. Каждое приложение выполняет свои функции. Генератор трафика записанный поток из файла упаковывает в пакеты IP и вещает в UDP-потоке.

Модуль анализатора выполняет функцию измерения параметров потока и записывает в каталог на сервере. Данные отчеты можно просматривать в текстовом виде или с помощью веб-сервера реализовать удобный интерфейс просмотра и анализа параметров потока.

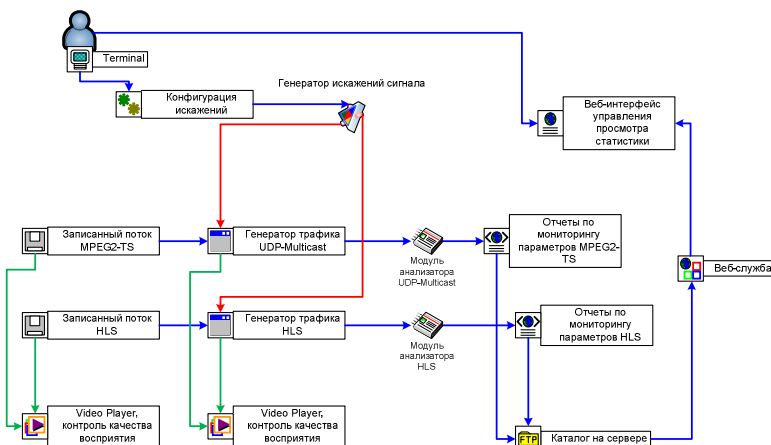


Рис. 1. Схема виртуального стенда

Одним из важных модулей является генератор искажений, который вносит помехи в поток. Чтобы реализовать функционал ввода искажений в поток требуется использовать модуль netem, входящий в состав ядра ОС linux. С помощью этого модуля можно реализовать:

- эмуляцию задержки с различной функцией распределения;
- эмуляцию потерь IP-пакетов;
- эмуляцию повтора и дублирования IP-пакетов;
- эмуляцию перемешивания IP-пакетов;
- эмуляцию искажения IP-пакетов.

Методы измерений параметров сигнала по уровням модели OSI/ISO (табл. 1). Оценку качества ТВ изображения и измерений параметров цифрового ТВ-канала можно рассмотреть по уровням модели OSI/ISO. Чтобы обеспечить высокое качество, нужно проводить измерения на всех уровнях. Транспортный поток MPEG2-TS состоит из пакетов по 188 байт, инкапсулируется в UDP-датаграммы простым делением транспортного потока в дейтаграммы UDP. В каждой дейтаграмме может быть до 7 пакетов максимально возможного размера MTU=1500 байт в Ethernet (табл. 2).

Таблица 1

Передача потока телевидения по уровням модели OSI/ISO

Уровень модели OSI	Протоколы и технологии
7. Прикладной	Видеоплеер, видеоконтент, транспортный поток MPEG2-TS, файлы HLS, управление
6. Представительный	Сжатие, транскодирование
5. Сеансовый	Скремблирование, шифрование
4. Транспортный	TCP, UDP, RTP
3. Сетевой	IP, IGMP, Multicast, Unicast
2. Канальный	MAC, DVB, Ethernet
1. Физический	Группа стандартов DVB, модуляция QAM, Ethernet, среда передачи

Таблица 2

Поиск проблем потока телевидения на различных уровнях

Подуровень	Возможные проблемы	Пути решения
Физический, канальный, сетевой и транспортный уровень	Потеря пакетов Неконтролируемые задержки Джиттер Искажения пакетов Реордеринг	Управление полосой пропускания Использование механизмов коррекции ошибок FEC Применение QoS Поддержка необходимых сетевых протоколов
Уровень потока MPEG2-TS	Ошибки 1,2,3 приоритета по ETSI TR 101 290 Индекс MDI (MLR,DF) – фактор задержки и потерь Анализ по ATIS-0800008 Потери различных типов кадров (I, P, B)	Обеспечить полный мониторинг параметров ETR, при возникновении аварии проверять источник контента. Анализ потока по рекомендациям QoS. Анализ всех структур потока MPEG2-TS, мониторинг качества изображения

Настройка и запуск системы сбора статистики параметров и мониторинга сигнала. В качестве среды имитации процессов, генерации и анализа трафика выбрана виртуальная машина VirtualBox с развернутой операционной системой Linux Debian 3.2.0-4-amd64. Для анализа потока UDP установлен и скомпилирован на базе ядра Linux модуль NetUP IPTVProbe, исходный код которого доступен в открытом доступе. В качестве контента будет использоваться записанный поток MPEG2-TS в файле с разрешением .ts. А в качестве генератора потока UDP будет использоваться медиасервер VLC.

Компиляция модуля выполняется с правами Superuser с помощью команды:

```
# make -C /usr/src/linux-headers-$(uname -r) SUBDIRS=$PWD modules
```

где -C /usr/src/linux-headers-\$(uname -r) – задается каталог с файлом ядра Linux.

SUBDIRS=\$PWD modules – компилирует модуль в открытом каталоге.

Генерацию контента можно запустить с помощью команды:

```
# vlc --ttl 64 -I rc /home/recordts/record1.ts --loop --ts-out 224.1.1.1:1234
```

где, ttl=64 – время жизни IP-пакета, задается максимальное число хопов – I rc – запуск VLC с определенного интерфейса с удаленным управлением.

/home/recordts/record1.ts – расположение файла с записанным потоком MPEG2-TS.

--loop – воспроизводит файл циклично.

ts-out 224.1.1.1:1234 – групповой IP-адрес, позволяющий одновременно воспроизводить поток в плеере и проводить анализ в модуле мониторинга.

После того как контент начал генерироваться, на пользовательском ПК можно в видеоплеере VLC запустить воспроизведение видеопотока, открыв сетевой поток udp://@224.1.1.1:1234.

Генератор искажений на базе модуля netem. Случайная потеря пакетов задается в процентах.

```
# tc qdisc change dev eth0 root netem loss 5.0 %
```

Статистика мониторинга с помощью модуля будет записываться в файл: /proc/stat_mc (рис. 2).



Рис. 2. Воспроизведение потока UDP-мультикаст и просмотр статистики

Выполняя операции по вводу искажений, наблюдаются деградация изображения. Собранная статистика за 10 мин измерений внесена в табл. 3.

Таблица 3

Результаты статистики

IP-группы (long) 3758162177=224.1.1.1	Время последнего принятого пакета	Битовая скорость группы =15,55 Mbit/s	Счетчик IP-пакетов = 74 230	Минимальное время между соседними UDP-пакетами (IAT) = 0 мс	Среднее время между соседними UDP-пакетами (IAT) = 0,067 мс	Максимальное время между соседними UDP-пакетами (IAT) = 48 мс	Количество элементарных пакетов PID = 16	Идентификатор PID PID = 102	Битовая скорость PID Bitrate PID = 0.75 Mbit/s	Потеря IP-пакетов ошибки CC Error = 481	Скремблирование PID Не скремблирован = 0	Количество пакетированных элементарных потоков PES = 590
3758162177	3464776	155500	74230	0	67	48	16	102	750	12	0	590
							16	701	14000	23	0	473
							16	202	750	0	0	591
3758162177	3912156	143200	196135	0	108	95	16	102	750	49	0	590
							16	701	14000	118	0	473
							16	202	750	31	0	591

Из таблицы видно, что PID=701 в отчетах имеет большой рост CC Error, в момент потери пакетов наблюдается рассыпание изображения, периодически изображение замирает на этом канале на несколько секунд.

В данной работе был выполнен ряд экспериментов по вводу искажений по эмуляции задержки, дублированию пакетов и потере пакетов. При появлении большого джиттера происходят дрожание изображения и нарушение звуковых эффектов. Потери пакетов приводят к деградации картинки. Благодаря виртуальному стенду были выполнены имитация искажений и анализ параметров потока цифрового телевидения.

Библиографический список

1. NetUP IPTVProbe. Мониторинг IPTV-потоков в сети [Электронный ресурс]: портал открытой разработки компании NetUP / Москва. – URL: <http://www.netup.tv/ru-ru/iptvprobe.php> (дата обращения: 15.04.2015).
2. Стандарт ITU IPTV-ID-0087, RTP/UDP/MPEG2 TS as a means of transmission for IPTV Streams. – Geneva, 10–14 July 2006.

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ АНАЛОГО-ЦИФРОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Студент гр. ТК-11 А.В. Елтышев

Научный руководитель – ассистент *А.И. Посягин*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

В настоящее время повышение надежности автоматизированных систем управления (АСУ), использующихся в таких сферах деятельности, отказ системы в которых может привести к неблагоприятным последствиям, является весьма актуальной задачей. Во многих таких системах используются аналоговые датчики для снятия нужных показателей в виде аналогового напряжения и передачи его в систему через аналогово-цифровой преобразователь (АЦП). Таким образом, можно сделать вывод, что надежность АСУ сильно зависит от отказоустойчивости АЦП.

Существующие методы повышения надежности подразумевают увеличение аппаратных затрат, что, в свою очередь, приводит к росту стоимости устройства. Поэтому возникает необходимость в уменьшении аппаратных и финансовых затрат за счет использования различных схемных решений, позволяющих одновременно обрабатывать несколько входных сигналов одновременно на одном и том же оборудовании. Вторым условием при разработке АЦП для нескольких входных сигналов является использование потоковой динамической архитектуры (ПДА), которая позволила бы менять разрядность АЦП в зависимости от измеряемого сигнала, его частоты и степени необходимой точности измерения [1].

Одним из путей решения поставленной задачи является применение нейронной сети (НС) для аналого-цифрового преобразования [2]. Нейроном в данном случае будет являться одноразрядный АЦП с необходимой периферией для соединения нейронов в цепочку. Тогда при получении заявки на определенное количество разрядов необходимо будет лишь объединить заданное количество нейронов. Для реализации такой НС была выбрана структура двухслойного персептрона [3], в которой одноразрядные АЦП, называемые основными нейронами (ОН), могут объединяться в произвольные по длине

цепочки, ограниченные минимальной и максимальной возможными разрядностями, формируемыми под входные сигналы индивидуальными АЦП (ИАЦП). Кроме ОН в составе НС присутствуют входные нейроны, отвечающие за прием заявок на формирование АЦП определенной разрядности от конкретного входа, а также коммутаторы (Км), которые позволяют собирать информацию о состоянии всех ОН в составе НС и проводить формирование ИАЦП через свободную и исправную часть ОН. Дополнительные связи между ОН позволяют сети автоматически «обходить» отказавшие ОН и формировать ИАЦП только из исправных элементов. При этом функционирование НС предполагает самомаршрутизацию сигналов в ней, т.е. отсутствие центральной системы управления, которая неизбежно привела бы к уменьшению общей отказоустойчивости, так как выход из строя «центрального коммутатора» привел бы к сбою всей системы.

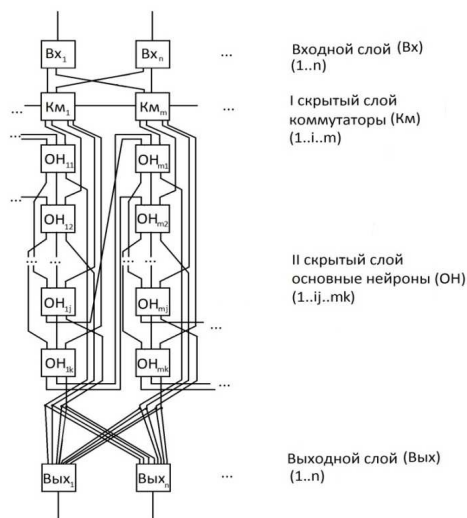


Рис. 1. Двухслойная структура НС, где n – количество входов и выходов, m – количество коммутаторов, k – количество ОН в одной цепочке

Если подробнее изучить принцип функционирования НС [2,3,4], то станет очевидно, что сами ОН представляют собой замкнутое кольцо, а количество дополнительных связей между ОН (через один, через два и т.д.) приводит к повышению отказоустойчивости, но одновременно и к увеличению аппаратных затрат. Поэтому в упрощен-

ном виде можно представить НС в виде последовательно соединенных ОН, структура которых замкнута в кольцо. При этом если рассматривать только этап проведения аналого-цифрового преобразования [4], то такую структуру можно взять за основу модели, так как Км, входные и выходные нейроны обеспечивают только маршрутизацию сигналов к соответствующей части свободных ОН.

На данном этапе моделирования мы поставили задачу определить влияние отказов ОН в НС без дополнительных связей на вероятность отказа в формировании ИАЦП под пришедший входной сигнал.

В качестве системы имитационного моделирования была выбрана программа AnyLogic, которая специализируется на создании моделей для бизнеса, производства, IT-инфраструктуры и т.д. При выборе этой системы главным аргументом стала возможность задания гибкой логики для работы модели, которая бы описывала принципы поведения нейронов и коммутации ОН в ИАЦП. В AnyLogic создание имитационной модели осуществляется с помощью трех основных подходов: системная динамика, дискретно-событийное и агентное моделирование. Для описания работы нашей системы был выбран агентный подход моделирования.

В агентном подходе моделирования система представляется в виде набора агентов, представляющих собой заявки, ресурсы, обслуживаемые системы. Каждый агент имеет свою программную реализацию и обладает динамическим поведением, т.е. агент зависит не только от событий заявки, но и от поведения других элементов (заявок, агентов) системы, что, в свою очередь, подходит для описания логики формирования ИАЦП, формирования и обслуживания заявок, описания параметров и жизненного цикла ОН.

Для описания работы модели было создано 2 класса, агенты которых расположены и взаимодействуют между собой через агент верхнего уровня Main: MyNeuron (содержит популяцию агентов myNeurons, описывающих состояние, параметры и цикл жизни нейрона) и MyMessage (содержит популяцию агентов myMessages, представляющих собой заявки для формирования ИАЦП с заданными параметрами). Кроме того, в агенте Main присутствует оператор события generateMessages, который представляет собой входной поток заявок, имеющих пуассоновское распределение, но при этом оператор имеет ограничение в генерации заявок, т.е. одновременно не

может быть сгенерировано заявок больше, чем задано входов для АЦП. Также присутствуют дополнительные счетчики для сбора статистики и анализа некоторых параметров системы, такие как: счетчики поступивших в систему заявок, счетчик заявок, получивших отказ в обслуживании, когда не хватает ОН для обработки заявки, счетчик отказов, наступивших при выходе из строя ОН, занятого обработкой заявки в данный момент, и счетчик находящихся в системе заявок в данный момент.

Агент myNeurons (рис. 2) содержит в себе следующие параметры нейрона: номер, исправность и занятость нейрона.

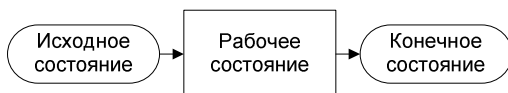


Рис. 2. Структура агента myNeurons

Иерархическая структура (диаграмма состояний) задает логику изменения состояния нейрона от исправного к неисправному через графические блоки:

- исходное состояние (нейрон исправен);
- рабочее состояние (то же состояние, что и в исходном; данный блок используется для задания в следующем переходе в конечное состояние интенсивности или условия выхода из строя ОН, так как в графическом элементе исходного состояния нет такой функции);
- конечное состояние (в этом блоке задается алгоритм выхода нейрона из строя).

Агент myMessages (рис. 3) описывает входную заявку присущими ему параметрами (разрядность, время жизни, соответствующее времени, требуемому для обработки заявки, номер входа) и размещение ее в НС. Операция «удаление» уничтожает заявку в системе и освобождает занимаемые ею нейроны, т.е. является аналогом разрушения, сформированного ИАЦП. Блок-схема, представленная на рис. 3, задает логику обслуживания заявки, т.е. формирования ИАЦП, и состоит из следующих блоков:

- исходное состояние (заявки не существует, ожидается наступление события generateMessages);
- поступление заявки переводит агент в состояние ФИАЦП (формирование индивидуального аналого-цифрового преобразовате-

ля), одновременно выполняется функция по поиску свободных нейронов в НС; из состояния ФИАЦП в зависимости от того, удалось ли найти свободные нейроны и разместить ИАЦП в НС, агент myMessages может перейти в два состояния:



Рис. 3. Алгоритм работы агента myMessages

- ожидание наступает, если заявку не удалось разместить, при этом по таймеру агент будет возвращаться в состояние ФИАЦП и снова проверять состояние нейронов, так как генерация и соответственно исчезновение заявок не зависят непосредственно от АЦП, а определяются условиями внешних систем, то невозможность разместить заявку не приводит к ее удалению;

- обслуживание наступает, если удалось найти свободные нейроны в достаточном количестве и входной сигнал может быть измерен, из этого состояния агент выйдет только по истечении времени жизни заявки, либо если во время обслуживания выйдет из строя один из нейронов, которые были задействованы для этого обслуживания.

Отказом в обслуживании является пребывание заявки в состоянии ожидания больше некоторого времени (времени жизни заявки), которое свидетельствует о том, что в НС не хватает свободных и исправных нейронов для формирования ИАЦП заданной разрядности.

Так как, вообще говоря, АЦП – это система реального времени, то наличие отказов в системе является одной из самых важных ее характеристик, поэтому при моделировании как основной изучаемый параметр мы приняли именно вероятность отказа.

Авторы считают, что в данной работе новыми являются следующие положения и результаты: разработана имитационная модель нейронной сети (НС) самомаршрутизирующегося аналого-цифрового преобразователя, при моделировании был использован агентный подход к моделированию, модель содержит две группы агентов, соответствующих нейронам и входным заявкам на формирование ИАЦП. Исследование построенной модели привело к выводу о том, что положение вышедших из строя нейронов сильно влияет на изменение вероятности отказа в обработке заявки в зависимости от интенсивности потока входных заявок.

В настоящее время решаются следующие задачи: улучшение модели НС для обеспечения легкой настройки системы под разное количество дополнительных связей между нейронами, исследование влияния других параметров на вероятность отказа в формировании ИАЦП (количество входов и количество нейронов, допустимые разрядности заявок, количество и порядок выхода из строя нейронов). Кроме того, особый интерес представляет решение обратной задачи: определить требуемое количество нейронов при заданной вероятности безотказной работы устройства.

Библиографический список

1. Матушкин Н.Н., Южаков А.А. Измерительные преобразователи на основе потоковой динамической архитектуры // Известия вузов. Приборостроение.– 1994. – № 1. – С. 16–21.

2. Посягин А.И., Южаков А.А. Разработка аналого-цифрового преобразователя на основе нейронной сети // Электротехника. – 2012. – № 11. – С. 18–24.

3. Посягин А.И., Южаков А.А. Самомаршрутизирующийся аналого-цифровой преобразователь на основе двухслойной нейронной сети // Нейрокомпьютеры. – 2013. – № 11. – С. 76–81.

4. Посягин А.И., Южаков А.А. Самомаршрутизация сигналов в аналого-цифровом преобразователе на основе нейронной сети // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. – 2014. – Т. 57. – № 5. – С. 38–43.

РАЗРАБОТКА И АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ ПРОТОКОЛОВ МНОЖЕСТВЕННОГО ДОСТУПА CSMA-УЗЛОВ К СЕТЕВОМУ КАНАЛУ

Студентка гр. ТК-12-16 Ю.В. Лихачева

Научный руководитель – ассистент *С.А. Даденков*

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Решение задачи организации множественного доступа узлов к каналу в сетях с разделяемой средой передачи выполняется с помощью вероятностных и детерминированных методов доступа. Вероятностные методы позволяют более эффективно использовать сетевой канал при передаче спорадического трафика, а детерминированные методы – при передаче регулярного трафика. Использование детерминированных методов является целесообразным для обеспечения вероятностно-временных характеристик систем жесткого реального времени (РВ), в то время как вероятностные методы могут обеспечить меньшее время передачи (при условии небольшой полезной загруженности канала с множественным соперничеством или высокой загруженностью без соперничества), служить основой организации систем мягкого реального времени. Поэтому применение вероятностных методов множественного доступа CSMA (Carrier Sense Multiple Access) получило широкое распространение в локально-вычислительных сетях, сетях доступа Ethernet (FE, GE, xGE, TE), транспортных сетях Metro Ethernet (ME).

В настоящее время методы множественного доступа активно применяются для построения промышленных сетей реального времени: Industrial Ethernet (IE), CAN, LonWorks, ModbusTCP и др. Поэтому исследование эффективности, производительности вероятностных методов доступа семейства CSMA в условиях различной загруженности сетевого канала является актуальной задачей. Результаты данного исследования могут применяться на практике для определения наиболее эффективных методов доступа, при определенных нагрузочных условиях эксплуатации (количество узлов в канале, интенсивности нагрузки, загрузка канала). Целесообразным также является разработка лабораторной работы, посвященной анализу принципов функционирования и эффективности технологий доступа, и внедрение ее

в учебный процесс. Практический анализ технологий позволит повысить эффективность приобретения студентами знаний и умений исследования сложных систем.

Анализ принципов функционирования и эффективности методов доступа целесообразно производить с помощью общецелевой системы имитационного моделирования AnyLogic. Это обусловлено рядом преимуществ системы для решаемого круга задач:

- простота и адекватность представления алгоритмов множественного доступа с помощью развитого инструментария диаграмм состояний и переходов (State Chart), что позволяет сосредоточиться при разработке модели на детализации алгоритма факторами функционирования;

- адекватность представления узлов-соперников в виде объектов с помощью агентного моделирования, что позволяет представить индивидуальный характер функционирования (случайного соперничества по алгоритму), учесть индивидуальные характеристики (интенсивность, счетчики передачи, коллизий) узлов сети;

- развитый инструмент сбора и визуального отображения статистики;

- возможность построения и проведения экспериментов оценки показателей эффективности моделируемых методов и экспериментов варьирования параметров нагрузки с целью визуального и количественного сравнения показателей эффективности методов.

В рамках настоящей работы авторами разработаны модели и выполняется анализ следующих методов доступа: Aloha, p -Persistent CSMA, predictive p -Persistent CSMA. В дальнейшем авторы планируют дополнить работу исследованием протоколов: синхронная Aloha, CSMA/CD (Ethernet), CSMA/CA, CSMA/NBA и другими.

Методы доступа p -Persistent CSMA. Доступ узлов к сетевому каналу производится в синхронных пакетных циклах [1]. Циклы подразделяются на свободные, когда канал свободен, и занятые, когда выполняется передача. Каждый занятый пакетный цикл представляет собой время доступа к каналу и время передачи пакета.

Алгоритм доступа к среде включает следующие основные этапы (рис. 1)* [1]:

* Дитрих Д., Лой Д., Швайнциер Г.Ю. LON-технология, построение распределенных приложений: пер. с нем. / под ред. О.Б. Низамутдинова. – Пермь: Звезда, 1999. – 242 с.

- 1) проверка активности в сетевом канале;
- 2) фиксированный межпакетный интервал β_1 ;
- 3) фиксированный для узла приоритетный интервал, равный числу слотов доступа l , каждый продолжительностью β_2 ;
- 4) случайный интервал доступа, для каждого узла, равный случайному числу слотов доступа продолжительностью β_2 , выбранных по равномерному распределению из диапазона $W = [0..Wb*BL-1]$, где Wb – базовая ширина соревновательного окна (базовое количество слотов доступа), равная 16; BL – прогнозируемая на канал нагрузка, изменяемая по результатам успешных (-1) и неудачных (+1) передач, регулируя ширину W окна доступа, уменьшая вероятность коллизии с ростом нагрузки на канал. Алгоритм без прогнозирования отличается статическим значением BL , равным 1.

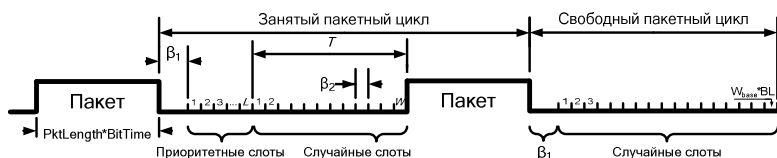


Рис. 1. Алгоритм доступа и передачи p -Persistent CSMA

Узел с минимальным суммарным временем доступа считается выигравшим в соперничестве за канал и осуществляет передачу пакета с задержкой, равной частному от деления размера пакета на скорость передачи в сети. При одновременной передаче несколькими узлами происходит коллизия. Необходимость повторной передачи после коллизии определяется сервисом доставки сообщений. В настоящей работе анализируется сервис ненадежной доставки, поэтому все сообщения, участвующие в коллизии, повторно не передаются, т.е. теряются. В таком случае вероятность потери передаваемого сообщения больше вероятности коллизии в число раз, равное среднему числу сообщений, участвующих в столкновении.

Метод доступа Aloha. Aloha является исторически первым алгоритмом доступа. Согласно алгоритму доступа узлы начинают передачу очередного сетевого сообщения сразу после того, как оно подготовлено для передачи, т.е. асинхронно по отношению к другим узлам сети. Во время передачи узел «прослушивает» среду передачи и определяет успешность передачи либо коллизия. После коллизии узлы

выжидают определенный интервал времени и могут участвовать в соперничестве за доступ и передачу нового сообщения. В случае успешной передачи узел стирает сообщение из своей памяти и возвращается в состояние контроля данных на передачу/прием. В случае возникновения коллизии узлы, попавшие в нее, ожидают, когда в канале закончится передача, после чего каждый узел ожидает случайный интервал времени, прежде чем вернется к контролю данных на передачу.

Общая структура модели. Общая структура модели представлена элементом типа «Канал». Данный элемент определяет структуру, содержащую следующий набор основных параметров: количество (коллекция) узлов-агентов, интенсивность узла, скорость передачи по каналу и параметры доступа протоколов (β_1 , β_2), служебные параметры (состояние канала, обнаружение коллизии и другие). Каждый агент-узел содержит в своем составе диаграммы состояний трех методов доступа (рис. 2, схема *p*-Persistent аналогична схеме predictive).

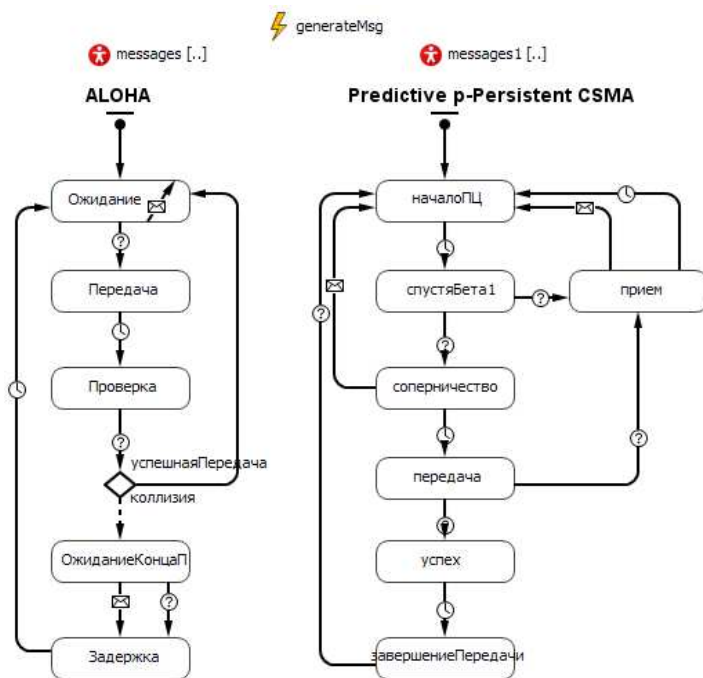


Рис. 2. Модели алгоритмов доступа Aloha и *p*-Persistent CSMA

Формирование сетевых сообщений для передачи выполняется функцией *generateMsg*, в рамках которой производится синхронное увеличение числа сообщений узла для передачи по каждой схеме доступа (+1 сообщение). Синхронность моментов генерации сообщений для каждой схемы обеспечивает равенство условий моделируемой нагрузки, что позволяет производить корректное сравнение получаемых оценок эффективности алгоритмов.

Эффективность доступа оценивается по средним показателям: вероятности коллизии, вероятности потери сообщений (при коллизии), среднего времени доступа. Корректность сбора статистики обеспечивается разработанными методами подсчета числа успешных/неудачных передач, времени занятости канала задержкой доступа и передачи, числом потерянных сообщений.

Проведение и анализ экспериментов оценки показателей и варьирования параметров модели методов доступа. Эксперимент оценки показателей функционирования продолжается в течение длительного интервала времени, что необходимо для получения статистически корректных результатов. Окончание эксперимента наступает в фазе моделирования, в рамках которой статистика по средним показателям с течением времени остается практически неизменной. Результаты экспериментов (загрузка канала, вероятность коллизии (%), доля потерянных сообщений, задержка доступа (мс)) при различных исходных данных (интенсивности (сообщ./с, количестве узлов) представлены в таблице.

Результаты экспериментов оценки показателей эффективности

№	Протокол	Узлов	Интен.	Загрузка	Вер.колл.	Потери	Задержка
1	Aloha	20	1	0,029	2,530	0,051	0,004
	pP			0,066	0,015	0,004	3,122
	PpP			0,066	0,019	0,005	3,105
2	Aloha	60	3	0,760	19,080	0,345	0,090
	pP			0,551	1,694	0,057	4,221
	PpP			0,548	1,752	0,060	4,127

Более гибким и эффективным для исследования является эксперимент варьирования параметров. В рамках исследования предлагаются два основных эксперимента: 1) варьирование интенсивности формирований узлами сообщений (нагрузки на канал) при фиксированном количестве узлов; 2) варьирование числа узлов при фиксированной суммарной нагрузке, создаваемой узлами сети. Результаты

данных экспериментов важны при анализе возможностей (эффективностей) протоколов доступа на различных участках загруженностей сетевых каналов и при различном количестве узлов. Пример результата для выбранных исходных данных эксперимента №1: количество узлов – 60; интервал варьирования интенсивности – 1:5 (сообщ./с), приведены на рис. 3.

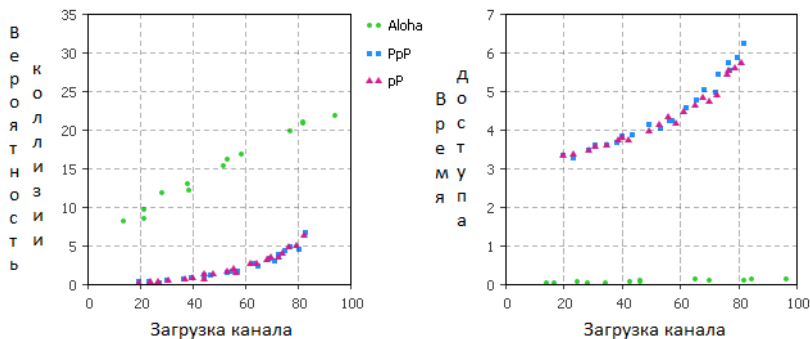


Рис. 3. Результаты эксперимента варьирования интенсивности нагрузки

Анализ результатов, полученных в рамках исследований, показывает, что меньшим временем доступа для передачи сетевых сообщений характеризуется алгоритм aloha, что объясняется практическим отсутствием задержек перед передачей (только задержка ожидания в очереди узла). С ростом нагрузки данный протокол характеризуется высокой вероятностью коллизий и потерей сообщений. При загрузке канала выше 10 % более эффективным по вероятностям коллизий и потерь сообщений является метод доступа *p*-Persistent CSMA. При загрузке канала, большей 50 %, эффективным является протокол с прогнозированием нагрузки predictive *p*-Persistent CSMA, который уменьшает вероятность коллизий и потери сообщений, но при этом увеличивает среднее время доступа узлов для передачи сообщений.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ МАРШРУТИЗАЦИИ СЕМЕЙСТВА Q-ROUTING ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ AD HOC СЕТЕЙ

Студентка гр. ТК1-13-1м Ю.А. Шилова

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *М.В. Кавалеров*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

По многим прогнозам в ближайшее время ожидается бурное развитие так называемых ad hoc сетей, в частности, мобильных ad hoc сетей. Термин ad hoc латинского происхождения, кроме прочего может означать «для данного случая». В контексте сети ad hoc означает, что сеть не полагается на какую-то заранее построенную архитектуру. Узлы сети сами выстраивают между собой соединения, формируют топологию, общаются друг с другом, минуя заранее сформированную инфраструктуру. Примерами таких сетей являются: самый простой вариант – сети смартфонов, которые общаются между собой, сети транспортных средств, мобильные сенсорные сети, сети интернет-вещей, группы взаимодействующих роботов. Среди основных свойств ad hoc сетей можно выделить два наиболее важных: первое, что сеть постоянно меняется, меняется ее конфигурация, а второе главное свойство – нет единого координирующего центра. В простейшем случае узел видит только своих соседей, а вся необходимая информация о глобальных параметрах сети может накапливаться и передаваться путем обмена сообщениями между узлами сети.

Исходя из свойств мобильных ad hoc сетей, одной из основных проблем является маршрутизация, потому что от эффективной маршрутизации зависит качество сервиса в этой сети. В ходе проведенных экспериментальных исследований наибольшую эффективность показали именно самообучающиеся алгоритмы маршрутизации семейства Q-Routing [1–5], которые позволяют по мере изменения параметров сети, например, ее топологии, связности и других характеристик, подстраивать и выбирать наилучшие маршруты.

Алгоритмы семейства Q-Routing основаны на принципах обучения с подкреплением (reinforcement learning) [6], в частности, на основе так называемого Q-обучения (Q-learning). В статье [7] на рис. 2 был представлен типовой пример сети, на базе которого проводятся эксперименты, и рассматривалось, что такое параметр обучения,

а также, какое влияние он оказывает на длительность обучения и максимальное наихудшее время задержки. Пример этой сети, ранее представленный в работе [1], часто используется в подобных исследованиях в качестве типового. Полученные в ходе исследований результаты подсказали идею возможной модификации базового алгоритма Q-Routing [1], который бы обеспечивал более высокую эффективность по сравнению с другими алгоритмами маршрутизации для мобильных ad hoc сетей.

Модификация исходного решения состоит в том, что выполняется дополнение базового алгоритма за счет трех следующих составляющих:

- 1) два вида коэффициента обучения;
- 2) изменение коэффициентов обучения на основе глобальных параметров сети;
- 3) получение глобальных параметров сети на основе распределенного сбора информации.

В основу модифицированного алгоритма был положен алгоритм «Full Echo» Q-Routing, суть которого заключается в следующем: помимо возвращаемого Q-значения от соседа, которому в результате выполнения алгоритма передается пакет, все остальные соседи также посылают свои Q-значения узлу-отправителю. Для определения новых значений в Q-таблице текущего узла (см. пример Q-таблицы на рис. 1) в случае базового алгоритма используется параметр скорости обучения η , одинаковый для всех близлежащих соседей. Было решено добавить параметр

$$\eta_2 = \frac{\text{Текущее значение задержки}}{\text{Максимальное время задержки}} \cdot \eta \cdot k,$$

где k – коэффициент, обычно меньше единицы, определяющий, во сколько раз параметр η_2 будет отличаться от η . Таким образом, один из коэффициентов обучения предназначен для передачи пакетов «наилучшему» узлу, другой – для передачи остальным узлам. Параметр обучения η задается и используется только в формуле расчета задержки (она представлена в работе [1]) для тех соседних узлов, которые соответствуют минимальным значениям в Q-таблице для заданного конечного узла. Параметр η_2 используется для расчета значений по той же формуле для всех остальных узлов-соседей. На рис. 1 представлен пример выбора коэффициентов скорости обучения для соседних узлов в зависимости от значений Q-таблицы узла, передающего пакет.



Рис. 1. Два вида коэффициентов обучения и пример Q-таблицы

Вторым дополнением, представленным на рис. 2, является постепенное изменение коэффициентов обучения по мере изменения глобальных показателей сети, в частности средней задержки. Когда средняя задержка начинает уменьшаться, то скорость обучения сети уменьшается, сеть подстраивается под новую конфигурацию. Коэффициент обучения снижается, тем самым фиксируя данную конфигурацию и устраняя вредные осцилляции, не позволяющие снизить задержку, которые, например, возникают в базовом алгоритме Q-Routing, как на это было впервые указано в работе [1]. На рис. 2 представлен коэффициент обучения с индексом i , что соответствует более общему подходу к модификации алгоритма. В рамках данной статьи рассматривается лишь вариант, когда $i = 2$.



Рис. 2. Изменение коэффициентов обучения

Третье дополнение состоит в том, что с определенным периодом, который является настраиваемым коэффициентом, между узлами сети передаются сообщения, позволяющие собрать общую глобальную информацию о всей сети, например, среднее время задержки по всем пакетам для всей сети, и распространить ее между всеми узлами. За счет этого собирается информация о таком глобальном параметре, как средняя задержка, и появляется возможность реализации второй составляющей. Схожим образом может собираться другая

глобальная информация, но в данной статье рассматривается лишь случай среднего времени задержки.

На рис. 3 представлены результаты имитационного моделирования в случае применения разработанного алгоритма под названием «Adaptive Rate Full Echo», который получен в результате вышеуказанных дополнений базового алгоритма «Full Echo» Q-Routing [1]. Также на этом графике представлены результаты для других алгоритмов маршрутизации этого же класса. В частности, в примере из рис. 3 видно, что по сравнению с другими алгоритмами разработанный алгоритм обеспечивает существенное уменьшение задержки при большой загруженности сети при небольшом увеличении задержки в случае малой загруженности.

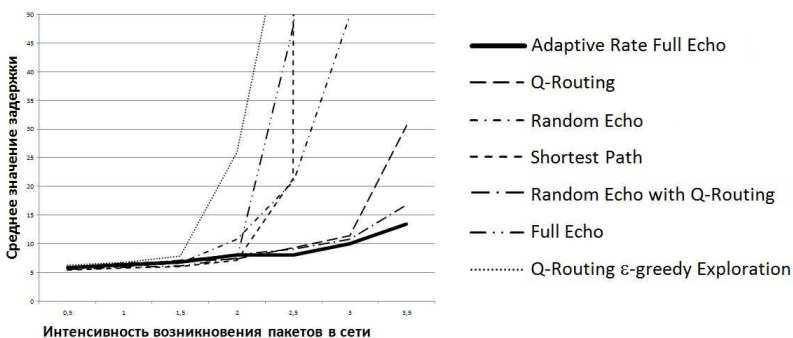


Рис. 3. Пример результатов моделирования

Естественно, что для разных условий эксперимента и видов сетей результаты меняются. В общем случае нельзя сказать, что какой-то определенный алгоритм маршрутизации лучше всегда и является оптимальным, так как, во-первых, сети бывают разных подклассов, разных свойств, хоть и принадлежат к классу мобильных ad hoc сетей, во-вторых, в каждом конкретном случае могут быть разные критерии качества сервиса. Поэтому нельзя рассчитывать, что разработанный алгоритм маршрутизации будет лучшим всегда во всех случаях. Представим даже такой предельный случай. Пусть разработан некоторый метаалгоритм маршрутизации, который в ходе работы анализирует свойства сети, а после этого выбирает наилучший алгоритм маршрутизации для сети с данными свойствами. Даже в этом случае трудно будет ожидать, что данный метаалгоритм является наилучшим, так как

очень многое будет зависеть от времени, затрачиваемого на анализ свойств сети, от набора имеющихся алгоритмов маршрутизации, от скорости изменения свойств сети. В этом смысле проблема универсально эффективного алгоритма маршрутизации смыкается с проблемой универсально эффективного интеллектуального агента [8].

Результаты других проведенных экспериментов, которые не приводятся здесь из-за ограничений объема, также свидетельствуют, что разработанный алгоритм показывает очень хорошие результаты по сравнению с другими алгоритмами маршрутизации. Но следует отметить, что далеко не всегда разработанный алгоритм является наилучшим. Это видно даже хотя бы и на примере, представленном на рис. 3. В частности, при малой загруженности данной сети другие алгоритмы маршрутизации обеспечивают меньшее значение средней задержки. Однако более важным представляется то, что при большой загруженности сети удалось добиться существенного снижения средней задержки. Кроме того, сейчас продолжаются исследования целого семейства алгоритмов, которое сформировано на основе предложенных дополнений базового алгоритма Q-Routing. В частности, помимо разработанного алгоритма Adaptive Rate Full Echo, планируется исследовать другие варианты динамического изменения коэффициентов обучения, а также другие варианты используемых глобальных параметров сети. В любом случае разработанный алгоритм, а также другие возможные алгоритмы предлагаемого семейства алгоритмов могут стать значимым дополнением существующего набора алгоритмов маршрутизации, применяемых на практике.

Библиографический список

1. Boyan J.A., Littman M.L. Packet routing in dynamically changing networks: A reinforcement learning approach //Advances in neural information processing systems. – 1994. – P. 671–671.
2. Desai R., Patil B.P. Reinforcement learning for adaptive network routing // Computing for Sustainable Global Development (INDIACom), 2014 International Conference on. – IEEE, 2014. – P. 815–818.
3. Choi S., Yeung D.Y. Predictive Q-Routing: A memory-based reinforcement learning approach to adaptive traffic control //Advances in Neural Information Processing Systems. – 1996. – Т. 8. – P. 945–951.

4. Kumar S., Miikkulainen R. Dual Reinforcement Q-Routing: An On-Line Adaptive Routing Algorithm // In Proceedings of the Artificial Neural Networks in Engineering Conference (St. Louis), 1997. – P. 231–238.

5. Subramanian D., Druschel P., Chen J. Ants and reinforcement learning: A case study in routing in dynamic networks // IJCAI (2). – 1997. – P. 832–839.

6. Sutton R., Barto A.G. Reinforcement Learning: An Introduction, MIT Press. – Cambridge, MA, 1998. – 328 p.

7. Шилова Ю.А., Кавалеров М.В. Исследование влияния параметра скорости обучения на результаты работы алгоритма маршрутизации Q-Routing // Инновационные технологии: теория, инструменты, практика: сб. трудов междунар. конф. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2015. – С. 172–179. – URL: http://conference.msa.pstu.ru/public/TK/Shilova_Issledovanie_vlijaniya_parametra_skorosti_obuchenija.pdf (дата обращения: 30.04.2015).

8. Lattimore T., Hutter M. Asymptotically optimal agents // Algorithmic Learning Theory. – Springer, 2011. – P. 368–382.

ПОМЕХОУСТОЙЧИВОЕ КОДИРОВАНИЕ В КАНАЛАХ СВЯЗИ С ПАКЕТИРУЮЩИМИСЯ ОШИБКАМИ МЕТОДОМ ПОСИМВОЛЬНОГО ПЕРЕМЕЖЕНИЯ

Студент гр. ТКЗ-14-1м В.П. Рогожин

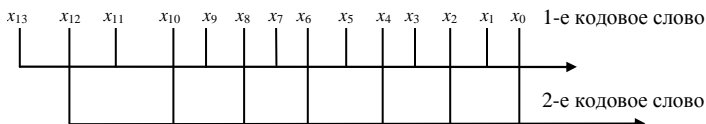
Научный руководитель – канд. тех. наук, доцент *В.И. Фрейман*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Известно, что каналы связи практически никогда не бывают без помех. Для предотвращения искажений от помех используют методы помехоустойчивого кодирования, что позволяет улучшать многие важные характеристики систем передачи данных: экономить мощность передатчика, увеличивать дальность связи, длины антенн и др.

Для кодирования информационных сообщений методом перемежения существует определенный параметр i – *степень перемежения*.

Пусть степень перемежения $i = 2$ и перемежаемый циклический код – $(7,3)$ с полиномом $g(x) = 1 \oplus x \oplus x^2 \oplus x^4$. Данный код исправляет пакеты ошибок длиной $b = 2$. Значит, может быть построен код $(n \cdot i, m \cdot i) = (7 \cdot 2, 3 \cdot 2) = (14, 6)$ -код, исправляющий пакеты ошибок длиной $b = 4 = (2 \cdot 2)$. Порождающий полином кода $(14, 6)$ имеет вид $g(x) = 1 \oplus x^2 \oplus x^4 \oplus x^8$.

Степени x в полиномиальном представлении $(14, 6)$ -кода показывают порядок передачи символов в линию связи:



Таким образом, структура кодового слова $(14, 6)$ раскрывает суть посимвольного перемежения слов первоначального кода, и любой пакет длиной $b \cdot i = 4$ и меньше породит в каждом кодовом слове $(7, 3)$ пакет длиной $b = 2$ и меньше.

Пусть $i = 2$, циклический код $(7, 3, 4)$ с порождающим полиномом $g(x) = 1 \oplus x \oplus x^2 \oplus x^4$ исправляет пакеты ошибок длиной $b = 2$ и меньше.

Тогда $g(x^2) = 1 \oplus x^2 \oplus x^4 \oplus x^8$ порождает код $(7 \cdot 2, 3 \cdot 2) = (14, 6)$, исправляющий пакеты ошибок длиной $i \cdot b = 4$ и меньше. Двухмерная таблица $(14, 6)$ -кода имеет вид:

$x^{13} x^{11} x^9$	$x^7 x^5 x^3 x$	1 0 1	1 1 0 0	→ 1-е кодовое слово
$x^{12} x^{10} x^8$	$x^6 x^4 x^2 x^0$	0 0 1	0 1 1 1	→ 2-е кодовое слово
информа- ционные символы	проверочные символы			

Кодовый вектор $(14,6)$ -кода после посимвольного перемежения, порядок символов которого задается показателями степеней приведенной таблицы, приведен ниже:

$x^{13} x^{12} x^{11} x^{10} x^9 x^8 x^7 x^6 x^5 x^4 x^3 x^2 x^1 x^0$	
1 0 0 1 1 1 0 0	→ 1-е кодовое слово $(7,3)$ -кода
0 0 1 0 1 1 1	→ 2-е кодовое слово $(7,3)$ -кода

На рис. 1 приводится реализация кодера для $(14,6)$ -кода с независимым кодированием посимвольно перемежаемых $(7,3)$ -кодов, исправляющих пакеты ошибок длиной 2 и меньше с использованием в каждом кодере полинома $g(x) = (1 \oplus x^2 \oplus x^3)(1 \oplus x) = 1 \oplus x \oplus x^2 \oplus x^4 [1]$.

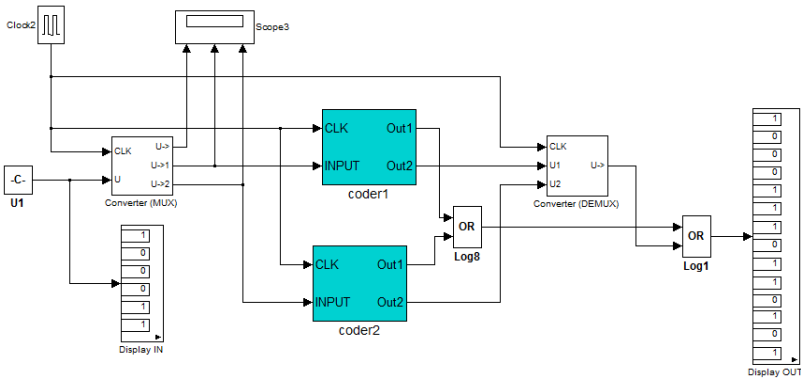


Рис. 1. Реализация кодера для $(14,6)$ -кода в среде моделирования MatLab

На рис. 2 приводятся осциллограммы, снятые осциллографом Scope3, которые наглядно демонстрируют суть метода перемежения. Первая осциллограмма отображает синхросигнал, вторая – входной

вектор U , третья и четвертая – разделенный входной вектора после ключа (Converter (MUX)).

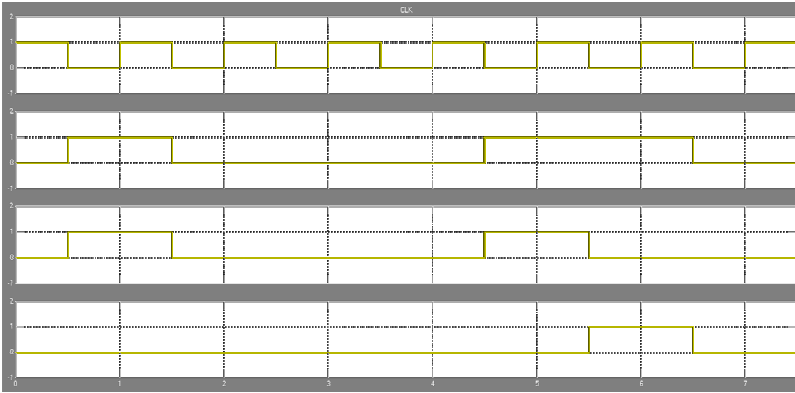


Рис. 2. Осциллограммы, снятые осциллографом Score3 (синхросигнал, входной вектор, перемежаемая последовательность U_1 и U_2 соответственно)

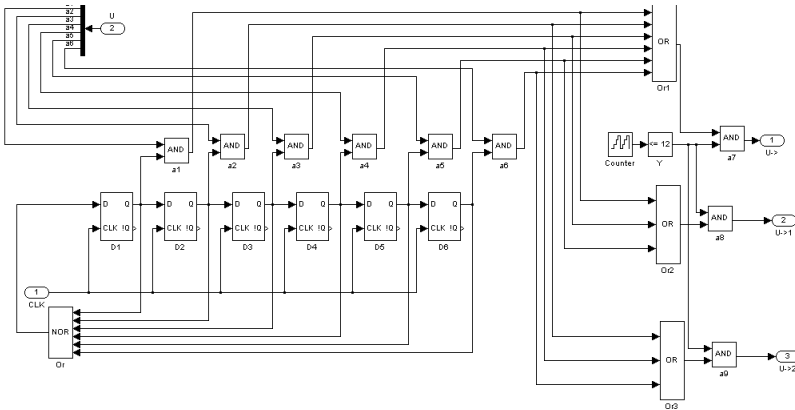


Рис. 3. Ключ, разделяющий входной (14,6)-код на два (7,3)-перемежаемых кода при $i = 2$

Данный ключ разделяет входной вектор на i перемежаемых кодов. В нашем случае $i = 2$, значит, и на выходе ключа будет две последовательности. Данный ключ изображен на рис. 3.

На рис. 4 представлен собственно сам кодер. Стоит заметить, что количество таких кодеров будет равно i , и они будут одинаковыми, за исключением блока управления $c1...c5$. Сигнал управления также зависит от степени перемежения (для первого кодера управление осуществляется с 1-го по 5-й такты, для второго – со 2-го по 6-й (для

$i = 2$). Еще одним важным замечанием является то, что на входе кодера CLK стоит Т-триггер, который вносит тактовую задержку, так как кодер работает на частоте, вдвое большей, чем частота синхросигнала. В связи с этим на входе кодера стоит преобразователь Holding device, который «удерживает» перемежаемую последовательность (рис. 5).

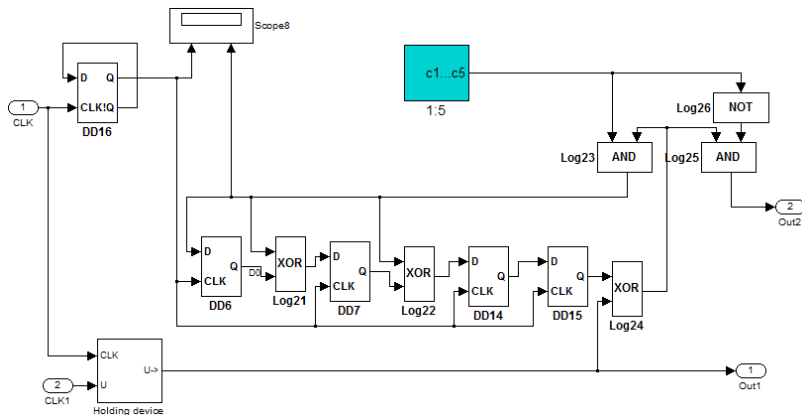


Рис. 4. Кодер для (7,3)-кода перемежаемого (14,6)-кода

На рис. 5 изображены осциллограммы, снятые внутри кодера. Верхняя осциллограмма – синхросигнал, вторая – входной вектор U , третья – вектор на входе кодера после перемежения, четвертая – вектор на входе кодера после перемежения, но уже с учетом задержки работы кодера.

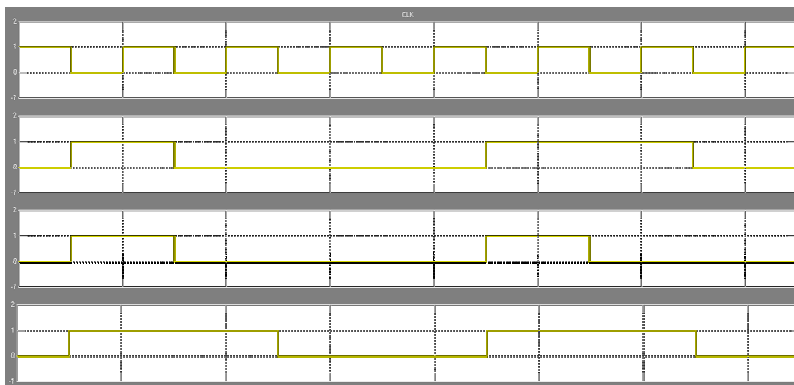


Рис. 5. Осциллограммы, демонстрирующие работу кодера с учетом работы преобразователя Holding device

Рассмотрим структуру декодера $(n \cdot i, m \cdot i)$ -кодов со степенью перемежения i . В качестве примера возьмем код $(7,3,4)$ с $g(x) = 1 \oplus x \oplus x^2 \oplus x^4$.

Декодируем $(14,6)$ -код, исправляющий пакеты ошибок длиной $b \cdot i = 4$ и меньше с посимвольным перемежением степени 2 кода $(7,3,4)$, исправляющего пакеты длиной $b = 2$.

Раскроем подробно декодер $(7,3,4)$ -кода (рис. 6) и проанализируем его функционирование с помощью таблиц перехода на примере исправления пакета ошибок длиной $b = 2$.

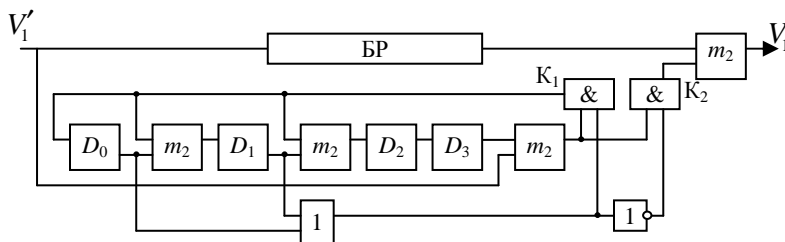


Рис. 6. Декодер циклического $(7, 3, 4)$ -кода, исправляющего в составе декодера пакеты ошибок длиной $b = 2$ и меньше

Пусть вектор V_1' на выходе коммутатора «К» (на входе ДК₁) имеет вид $V_1' = V_1 \oplus e = 0011101 \oplus 0011000 = 0000101$.

Таким образом, если вектор V' кода $(14,6)$ поражен пакетом длиной $b = 4$, то этот пакет распределяется между двумя перемежаемыми кодами $(7, 3, 4)$. При этом каждый из них исправляет свой пакет длиной $b = 2$, как это было показано выше [1].

При наличии случайных пакетов перемежение действительно необходимо, а при ограничении максимальной длины пакета наилучшие характеристики достигаются при периодическом перемежении. Параметр перемежения должен быть выбран равным максимальной длине пакета.

Для более длинных пакетов, когда перемежение необходимо, периодическое устройство перемежения, параметры которого согласованы с номинальным параметром пакетов, оказывается устойчивым к сравнительно большим изменениям длины пакетов.

Случайное перемежение обладает большей степенью устойчивости; его рекомендуется применять в случаях, когда условия интерференции не известны.

Библиографический список

1. Кон Е.Л., Фрейман В.И. Теория электрической связи. Помехоустойчивая передача данных в информационно-управляющих и телекоммуникационных системах: модели, алгоритмы, структуры: учеб. пособие. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2007. – 317 с.

2. Пахомов Г.И., Фрейман В.И. Теория электрической связи. Основные понятия: учеб. пособие. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2007. – 115 с.

ОЦЕНКА ЕМКОСТИ И АНАЛИЗ РАДИОПОКРЫТИЯ СЕТЕЙ LTE

Студент гр. ТК-10 Д.А. Санников

Научный руководитель – старший преподаватель *С.А. Тюрин*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

В настоящее время в России повсеместно разворачиваются сети 4G. Наиболее ярким ее представителем является технология LTE, которая позволяет существенно увеличить скорости передачи, тем самым открывая возможность владельцам мобильных устройств использовать приложения, применение которых ранее было ограничено сетью Wi-Fi. Одним из наиболее важных этапов жизни любой телекоммуникационной сети является этап планирования. От того, насколько грамотно будет решена эта задача, зависят эффективность будущей сети и затраты на ее эксплуатацию и модернизацию. В этом состоит актуальность выбранной тематики. Этап планирования, в свою очередь, состоит из нескольких стадий: частотное планирование, анализ емкости сети, анализ радиопокрытия и т.д. В данной статье будут более подробно рассмотрены два последних пункта. В результате мы получим сеть начального приближения, которая в дальнейшем должна быть оптимизирована и откалибрована с учетом реальных условий окружающей среды и экономических возможностей оператора.

Планирование сетей 4G имеет ряд отличий от аналогичного процесса сетей второго и третьего поколений. Например, в технологии LTE предусмотрено два типа дуплекса: частотный (FDD) и временной (TDD) [1]. Последний подразумевает несколько форматов кадра, что сказывается при расчете бюджета линии. Также временное разделение принуждает специалистов искать компромисс между радиопокрытием и емкостью сети. Метод станционного доступа, используемый в сетях 4G, также вносит свои коррективы при расчете пропускной способности.

Расчет пропускной способности является неотъемлемой частью процесса планирования, так как он позволяет определить минимально необходимое число базовых станций и тип используемого оборудования. Исходными данными для данного этапа могут служить

среднее значение спектральной эффективности, выделенная полоса частот, тип дуплекса и статистические данные для ЧНН. Данные о планируемой пропускной способности будущей сети были получены на предшествующем этапе, в ходе которого осуществлялся сбор информации о состоянии рынка телекоммуникационных услуг и конкурентах, типе планируемого трафика, предоставляемых услуг, количестве потенциальных абонентов и т.д.

Для того чтобы проектируемая сеть не была подвержена перегрузкам, необходимо контролировать достаточность рассчитанного числа базовых станций, которые будут создавать пропускную способность всей сети. Для этого должно выполняться неравенство

$$R_{N/\text{ЧНН}} < R_N, \quad (1)$$

где $R_{N/\text{ЧНН}}$ – требуемая пропускная способность сети в ЧНН; R_N – пропускная способность проектируемой сети.

Число базовых станций проектируемой сети определяется формулой

$$N_{eNodeB} = \left\lceil \frac{N_{аб}}{N_{аб/eNodeB}} \right\rceil + 1,$$

где $N_{аб}$ – количество потенциальных абонентов проектируемой сети; $N_{аб/eNodeB}$ – количество абонентов, обслуживаемых одной базовой станцией.

Определим число абонентов в каждой соте:

$$N_{аб/eNodeB} = M_{сек} \left\lceil \frac{A_{сек}}{A_1} \right\rceil,$$

где A_1 – усредненное значение нагрузки от одного абонента по всем видам трафика, по статистике может составлять значения (0,04...0,2) Эрл; $A_{сек}$ – допустимая нагрузка на сектор; $M_{сек}$ – количество секторов в соте.

Определим допустимую нагрузку в секторе одной соты $A_{сек}$. Воспользуемся моделью Эрланга, которая показывает зависимость данного параметра от числа каналов трафика и вероятности блокировки (отказа от обслуживания).

Количество секторов в сети связано с размерностью кластера $N_{\text{кл}}$, который, в свою очередь, напрямую зависит от выбора метода повторного использования частот. В сетях LTE имеются следующие модификации данного метода: полное повторное использование частот, жесткое повторное использование частот, мягкое повторное использование частот и дробное повторное использование частот [3]. Также размерность кластера зависит от выполнения необходимого уровня SINR (отношение сигнал/интерференция) [2].

Для того чтобы воспользоваться моделью Эрланга, необходимо также определить число каналов в одном секторе:

$$N_{k/\text{сек}} = \left\lfloor \frac{N_k}{N_{\text{кл}} \cdot M_{\text{сек}}} \right\rfloor,$$

где N_k – общее число каналов в системе.

В технологии LTE понятие одного радиоканала ($\Delta f_k = 180$ кГц) ассоциируется с понятием ресурсного блока (РБ). Поэтому для определения общего числа каналов проектируемой сети нужно ширину используемой полосы частот разделить на число ресурсных блоков.

Проверим отказоустойчивость системы при данном количестве базовых станций. Начнем с расчета необходимой пропускной способности в ЧНН. Используем следующие формулы:

$$R_{N/\text{ЧНН}} = R_{\text{тр}/\text{ЧНН}} \cdot N_{\text{акт.аб}}, \quad N_{\text{акт.аб}} = N_{\text{аб}} \cdot \Omega,$$

где Ω – доля активных абонентов из числа потенциальных; $N_{\text{аб}}$ – число потенциальных абонентов сети; $R_{\text{тр}/\text{ЧНН}}$ – трафик одного абонента в ЧНН.

Средний трафик одного абонента в ЧНН вычислим из соотношения:

$$R_{\text{тр}/\text{ЧНН}} = \frac{T_T \cdot q}{N_{\text{ЧНН}} \cdot N_d},$$

где T_T – средний трафик одного абонента в месяц; q – коэффициент, для городской или сельской местности; $N_{\text{ЧНН}}$ – число ЧНН в день; N_d – число дней в месяце.

Средняя пропускная способность всей проектируемой сети определяется путем сложения пропускной способности всех базовых станций. Пропускную способность одной базовой станции можно вычислить, умножив среднюю пропускную способность одного сектора на количество секторов базовой станции $M_{сек}$.

Для систем типа FDD средняя пропускная способность одного сектора базовой станции может быть получена путем прямого умножения спектральной эффективности на ширину канала. Спектральная эффективность является основополагающей характеристикой при расчете и зависит от используемых методов модуляции, типа дуплекса и используемых методов MIMO.

Процесс планирования имеет итерационный характер, поэтому в случае невыполнения неравенства (1) необходимо снизить нагрузку на соту, а именно необходимо увеличить количество базовых станций и произвести расчет заново.

Вторым критерием, используемым для определения количества базовых станций, является расчет максимально допустимых потерь на линии. Расчет сводится к вычислению максимально возможного радиуса соты, в пределах которой с учетом всех потерь в канале связи будет обеспечен допустимый уровень ошибок на приемной стороне. Исходными данными для расчета МДП будут являться такие параметры, как коэффициенты усиления антенн базовой станции и абонентского терминала G_{RxA}, G_{TxA} , чувствительность приемника S_{Rx} , коэффициент запаса на проникновение, который учитывает типстройки M_{Build} , мощность передатчика и т.д.

Расчет МДП производится по формуле:

$$L_{MAPL} = P_{EIR} - S_{Rx} + G_{RxA} - L_{RxF} - M_{Build} - M_{Int} - M_{Shade} + G_{HO},$$

где P_{EIR} – эквивалентная изотропная излучаемая мощность (ЭИИМ); L_{RxF}, L_{TxF} – потери в фидерном тракте; M_{Int} – запас на помехи (определяется моделированием нагрузки); M_{Shade} – запас на затенение; G_{HO} – выигрыш от хэндовера.

Из двух значений МДП (линий «вверх» и «вниз») выбирают минимальное по значению для дальнейшего расчета радиуса соты. Чаще

всего им оказывается значение линии «вверх», так как мощность передатчика абонентского устройства ниже, чем у базовой станции.

Следующим шагом являются выбор модели распространения сигнала и расчет радиуса соты, с учетом ранее вычисленного значения МДП. При выборе модели расчета необходимо учитывать особенности каждой из них (каждая модель эффективна при определенном типе местности и частоте сигнала), а также количество учитываемых каждой моделью параметров распространения сигнала.

Примерами таких моделей могут служить модель Okumura-Hata, модель Ли, модель Уолфиш-Икегами и т.д.

В итоге, получив два значения количества базовых станций (согласно оценке пропускной способности и расчету МДП), необходимо выбрать большее для обеспечения нужного качества связи.

Полученные расчетные данные (количество базовых станций) станут исходными для дальнейшей работы с топографическими источниками для определения возможного местоположения сайтов, а уже потом для специалистов, занимающихся приобретением сайтов. С учетом реальных возможностей установки базовой станции на том или ином месте первоначальное приближение проектируемой сети будет калиброваться и оптимизироваться.

Библиографический список

1. Крейнделин В.Б., Варукина Л.А., Е.Н. Воронков. Методические указания по дисциплине технологии беспроводных сетей передачи данных: учеб. пособие для вузов. – М., 2011. – 45 с.
2. Печаткин А.В. Системы мобильно связи. Ч. 1: Принципы организации, функционирования и частотного планирования систем мобильной связи: учеб. пособие для вузов / РГАТА. – Рыбинск, 2008. – 122 с.
3. Бобков В.Ю. Подходы к оптимизации и планированию сетей LTE. – URL: http://www.rpls.ru/seminar/piter2014/2014_Babkov_LTE.ppt

ОСНОВНОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ НЕЙРОН В СТРУКТУРЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ АНАЛОГО-ЦИФРОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

Студентка гр. ТК-11 А.Ф. Васбиева

Научный руководитель – ассистент *А.И. Посягин*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

В нашей жизни на протяжении последнего времени все большую роль играют системы автоматического управления (АСУ). Появились такие системы, как «умный дом», «умная машина» и другие, которые контролируют окружающее пространство без участия человека, тем самым облегчая его жизнь. В целом повышаются безопасность, производительность, комфорт.

Для того чтобы реализовать подобные системы, необходимо процессы окружающего «аналогового» мира, которые можно представить в виде аналоговых, непрерывно изменяющихся напряжений, преобразовать в цифровые сигналы, потому что с цифровыми данными намного легче работать на данном этапе информационного общества. Данную функцию выполняют аналого-цифровые преобразователи (АЦП).

Обычно АЦП являются частью микроконтроллера, который является ядром системы АСУ. Но в таком случае АЦП создает дополнительную нагрузку на микроконтроллер и не позволяет добиться высокой точности и скорости преобразования. Реализованные в отдельном устройстве АЦП обладают большим быстродействием и могут повысить точность измерения за счет увеличения разрядности АЦП [1]. Увеличение их надежности и снижение аппаратных затрат за счет применения потоковой динамической архитектуры (ПДА) являются важными современными направлениями развития АЦП. АЦП ПДА позволяют обрабатывать несколько сигналов на одном устройстве и при этом менять разрядность АЦП так, чтобы она удовлетворяла требованиям по точности и скорости обработки конкретного сигнала. Для создания такой архитектуры было предложено использовать нейронную сеть (НС) [2]. НС – это система, состоящая из универсальных однотипных элементов, способных объединяться друг с другом (по типу нейронов головного мозга), при этом в такой сис-

теме один нейрон способен заменять другой, обеспечивая таким образом отказоустойчивость.

В качестве нейронов в АЦП ПДА было решено использовать одноразрядные АЦП, которые за счет заложенных внутри сети алгоритмов маршрутизации объединяются в индивидуальный АЦП (ИАЦП) произвольной разрядности. Таким образом, с помощью некоторого объема таких нейронов и соответствующей системы управления и самомаршрутизации входных сигналов внутри сети можно построить АЦП, способный обслуживать несколько входных сигналов, создавая для каждого из них свой ИАЦП произвольной разрядности [3]. Для реализации аналого-цифрового преобразования был выбран алгоритм поразрядного взвешивания, так как он позволяет выделить в структуре АЦП простейший одноразрядный преобразователь и обособить его в качестве основного измерительного нейрона (ОИН). Кроме того, одним из достоинств этого метода является необходимость наличия всего одного компаратора для проведения преобразования. При этом компаратор может быть вынесен за пределы самой НС и связан с ней только по уравнивающему напряжению.

Упрощенная структура самомаршрутизирующегося АЦП на основе нейронной сети [3] (рис. 1), включает в себя три основных блока: блок компараторов, блок вычисления требуемой разрядности и саму нейронную сеть. По схеме видно, что входными для нейронной сети являются сигналы о количестве требуемых разрядов для ИАЦП под конкретный входной сигнал и сигнал с компаратора, соответствующий результату сравнения данного входного напряжения с уравнивающим. Это означает, что на вход в нейронную сеть поступают только цифровые сигналы, что упрощает процесс их самомаршрутизации. Выходные сигналы НС представляют собой значение отсчета, полученного по конкретному входному сигналу и уравнивающее напряжение, которое обеспечивает корректную работу компараторов.

Уравнивающее напряжение образуется за счет матрицы R-2R (рис. 2). ОИН, объединяясь в ИАЦП, замыкают отдельные звенья матрицы между собой, и получается матрица произвольной длины, которая соответствует разрядности ИАЦП. «Вес» разряда, т.е. величина уравнивающего напряжения, задаваемого данным ОИН, зависит от положения ОИН в ИАЦП. В матрице R-2R «вес» каждого последующего разряда есть половина «веса» предыдущего.

Для работы матрицы R-2R требуется задать эталонное напряжение, которое будет определять максимально возможную амплитуду измеряемых сигналов.

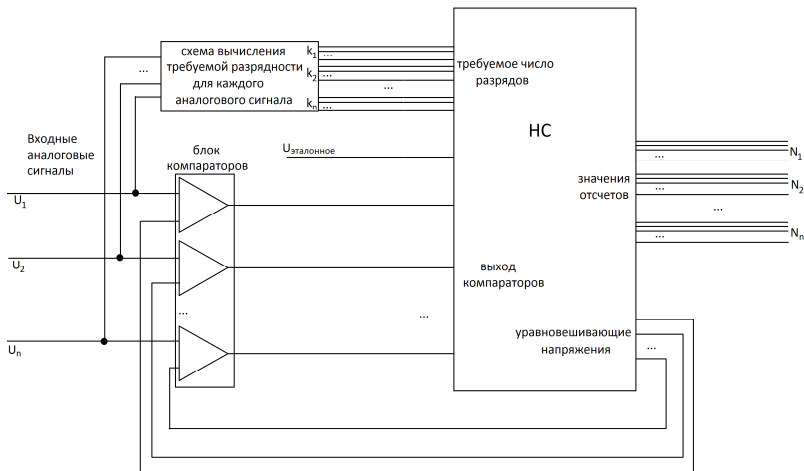


Рис. 1. Структурная схема аналого-цифрового преобразователя на основе нейронной сети, где U_i – входные аналоговые напряжения, k_i – необходимое количество разрядов в АЦП для обработки i -го входного сигнала, N_i – значение отсчета, полученного в АЦП для i -го входного сигнала, $U_{\text{эталонное}}$ – постоянное напряжение, используемое АЦП для определения весовых коэффициентов разрядов

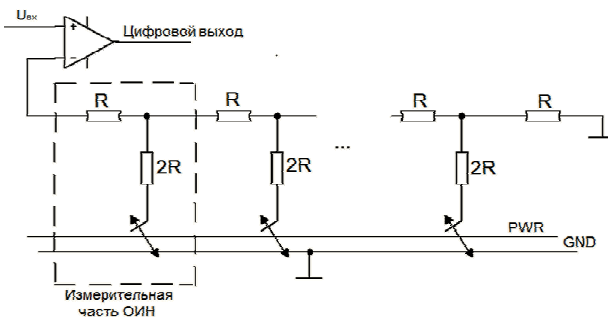


Рис. 2. Схема матрицы R-2R: $U_{\text{вх}}$ – входное аналоговое напряжение, PWR – шина эталонного напряжения, GND – шина заземления

Принцип поразрядного взвешивания: каждый разряд ИАЦП вначале устанавливается в «1», что приводит к увеличению уравнивающего напряжения на величину, равную «весу» данного разряда.

Далее в зависимости от значения, полученного ИАЦП от конкретного компаратора, значение разряда сохраняется в «1», т.е. уравнивающее напряжение меньше входного, либо возвращается в «0», в случае когда уравнивающее напряжение превысило входное.

Работа НС делится на три этапа:

- этап формирования ИАЦП с определенным количеством разрядов;
- этап аналого-цифрового преобразования на сформированном ИАЦП;
- этап разрушения ИАЦП.

Рассмотрим принцип работы ОИН. Структура ОИН включает в себя 3 основных блока (рис. 3): измерительную часть, систему контроля и систему управления.

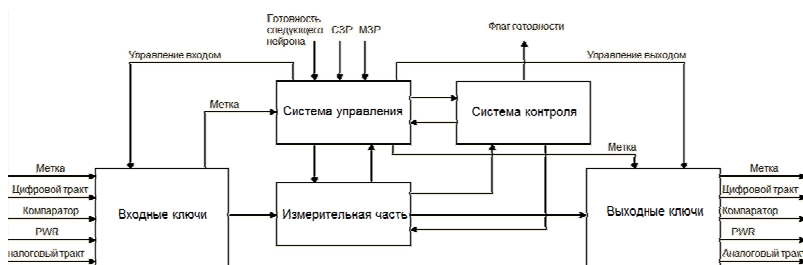


Рис. 3. Структурная схема ОИН в НС

Все блоки связаны друг с другом для обмена информацией и командами. Кроме основных блоков в структуре имеются блоки входных и выходных ключей для соединения измерительной части одного ОИН с измерительными частями предыдущего и следующего ОИН для образования измерительной части всего ИАЦП. ОИН в ИАЦП работают поочередно, начиная со старшего, соответствующего старшему разряду в ИАЦП. Для этого используется специальный служебный сигнал метки, представляющий собой импульс длительностью один такт.

Система управления принимает сигналы измерительной части предыдущего ОИН и передает сигналы со своей измерительной части следующему ОИН с помощью входных и выходных ключей, которыми управляет данная система. Для того чтобы правильно подключить вход и выход измерительной части своего ОИН, система управления

использует флаги команд от других элементов НС [4]. Флаги, поступающие от коммутаторов СЗР (старший значащий разряд) и МЗР (младший значащий разряд), задают для ОИН соответственно первое и последнее положение в формируемом ИАЦП. В зависимости от флага готовности следующего нейрона система управления будет выдавать команду о том, куда дальше подключаться, т.е. передавать сигналы метки и т.д. Возможен вариант, что следующий нейрон вышел из строя, тогда необходимо отправлять данные в следующий исправный нейрон, который подключен к данному через один или несколько нейронов. В зависимости от количества дополнительных связей между нейронами в НС определяется отказоустойчивость всего АЦП. Флаг готовности, генерируемый системой самоконтроля ОИН, говорит о возможности использования нейрона в качестве следующего разряда. По поступающим флагам система управления активирует один из входных ключей и один из выходных, соединяя измерительную часть своего ОИН с остальными. Таким образом, формирование ИАЦП напоминает продевание нитки через бусы, когда мы с каждым тактом присоединяем еще одно звено матрицы $R-2R$, а соответственно, увеличиваем разрядность ИАЦП на один.

Сигнал метки в случае, если нейрон является самым первым в цепи (поступил флаг СЗР от коммутатора), поступает из генератора метки, а не с предыдущего нейрона. В случае последнего нейрона (поступил флаг МЗР) метка выводится из ИАЦП, а не передается следующему ОИН. Важно отметить, что метка является элементом управления, поэтому входит в систему управления, а все остальные входные сигналы поступают в измерительную часть, так как являются неотъемлемой частью схемы матрицы $R-2R$ и компаратора поразрядного взвешивания.

Цифровой тракт отвечает за сбор информации с измерительной части ОИН, он представляет собой длинный сдвиговый регистр, часть которого распределена между ОИН в качестве отдельных D-триггеров, а «хвост» находится в выходном нейроне НС, в нем накапливается полное значение отсчета. Аналоговым трактом является последовательность связанных сопротивлений R . В одном случае тракт выводится на отрицательный вход компаратора, в другом – продолжается до следующего ОИН. Для каждого входного сигнала возможно определить PWR, т.е. максимальное значение измеряемого сигнала.

В системе контроля обеспечивается постоянный мониторинг исправности данного ОИН за счет проверки наличия запрещенных состояний в измерительной части или системе управления. Когда таких состояний не обнаружено, то система контроля выставляет флаг готовности в «1», который поступает в соседние ОИН, а также в коммутаторы для сбора информации об общем состоянии НС.

Итак, в данной работе новыми являются следующие положения и результаты: разработана модель основного измерительного нейрона (ОИН) в составе нейронной сети (НС), которая содержит 3 основных блока и 2 вспомогательных, проверена работоспособность данной модели на одноходовом АЦП ПДА с разрядностью от 2 до 8. Измерены величины задержек на формирование индивидуального аналого-цифрового преобразователя (ИАЦП) на основе данной НС и сделаны выводы о зависимости данных задержек от количества требуемых для ИАЦП разрядов

В настоящее время решаются следующие задачи: улучшение системы управления, чтобы снизить время задержки на формирование ИАЦП, одновременно обеспечив высокую надежность и минимальные аппаратные затраты, разработка модели дополнительного слоя нейронов (коммутаторов) для обеспечения полной функциональности АЦП (многоходовость и самомаршрутизация сигналов внутри НС для формирования ИАЦП заданной разрядности).

Библиографический список

1. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника: пер. с нем. Т. 2. – 12-е изд.– М.: ДМК Пресс, 2007 – 942 с.
2. Матушкин Н.Н., Южаков А.А. Измерительные преобразователи на основе потоковой динамической архитектуры // Известия вузов. Приборостроение. – 1994. – № 1. – С. 16–21.
3. Посягин А.И., Южаков А.А. Разработка двухслойной нейронной сети для самомаршрутизирующегося аналого-цифрового преобразователя на основе нейронной сети // Электротехника. – 2013. – № 11. – С. 10–13.
4. Посягин А.И., Южаков А.А. Самомаршрутизация сигналов в аналого-цифровом преобразователе на основе нейронной сети // Известия вузов. Приборостроение. – 2014. – Т. 57. – № 5. – С. 38–43.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОКОВЫХ НАГРУЗОК СИЛОВЫХ КАБЕЛЕЙ С ИЗОЛЯЦИЕЙ ИЗ ПВХ-ПЛАСТИКАТА НА НАПРЯЖЕНИЕ 6 КВ

Студентка гр. КТЭИ-10 К.Ф. Корзникова

Научный руководитель – д-р техн. наук, профессор *А.Г. Щербинин*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Силовые кабели с различными типами изоляции обладают своими достоинствами и недостатками, обусловленными их конструкцией и изоляционным материалом. В связи с этим использование силовых кабелей с различной изоляцией зависит от условий их прокладки, эксплуатации и, кроме того, от требований, предъявляемых к надежности и долговечности кабельных линий.

Изоляция силовых кабелей постоянно совершенствуется. В настоящее время значительно расширяется производство силовых кабелей с пластмассовой изоляцией. Большое распространение в электрических сетях России имеет применение силовых кабелей с ПВХ-изоляцией, которые в свое время заменили силовые кабели с пропитанной бумажной изоляцией.

Применение в силовых кабелях пластмассовой изоляции имеет определенные преимущества по сравнению с бумажно-пропитанной изоляцией. Кабели с пластмассовой изоляцией более просты в изготовлении, удобны при монтаже и в эксплуатации. Применение пластмасс для изоляции силовых кабелей позволяет значительно упростить технологию их изготовления. Пластмассовая изоляция может быть наложена на токопроводящие жилы методом выдавливания (экструзии) на червячных прессах. Этот процесс значительно более производительен, чем изолирование методом обмотки лентами. Кроме того, при этом отпадает необходимость сушки и пропитки изоляции. Применение пластмасс позволяет существенно облегчить конструкцию кабелей (не обязательна металлическая оболочка), снизить экономические затраты, упростить прокладку и монтаж, а также производить прокладку на трассах с большой разностью уровней [1].

Изоляция силовых кабелей имеет одну важнейшую характеристику – допустимую температуру нагрева токопроводящих жил. Это

значение максимальной температуры, при котором изоляционный материал сохраняет свои свойства в течение эксплуатации силового кабеля. С этим показателем связаны величины токов нагрузки, которые допускается пропускать через конкретный силовой кабель. Задача по определению токовых нагрузок является одной из наиболее важных задач с точки зрения конструирования силовых кабелей и их эксплуатации. Надежная эксплуатация этих кабелей зависит, кроме прочего, и от условий их прокладки. Именно способы прокладки в большой мере определяют тепловой режим эксплуатации кабелей, а, следовательно, и надежность как самого кабеля, так и электропитания потребителей [2].

Более универсальный и точный подход к определению токовых нагрузок базируется на использовании законов сохранения массы, количества движения и энергии, с помощью которых строятся математические модели теплообмена кабелей с окружающей средой. Настоящий уровень развития вычислительной техники и наличие современных пакетов вычислительных программ позволяют существенно повысить универсальность и точность решений различного круга задач, в том числе и рассмотренных в данной работе.

Одним из наиболее мощных и универсальных программных продуктов этого класса является ANSYS, в основу которого положен метод конечных элементов.

В работе рассмотрена задача определения токовых нагрузок силового кабеля ВВГ с ПВХ-изоляцией, проложенного в воздухе, с сечением одной жилы 16 мм^2 на номинальное переменное напряжение 6 кВ частотой 50 Гц [3].

На рис. 1 приведена конструкция исследуемого кабеля марки ВВГ с медной токопроводящей жилой и изоляцией из ПВХ-пластиката [4].

Геометрические размеры расчетной области и расположение кабеля показаны на рис. 2 [5].

При построении математической модели решаемой задачи были сделаны следующие допущения: задача двумерная стационарная; движение воздушного потока ламинарное; процесс неизотермический; изменения температуры вдоль кабельной линии не происходит.

При решении задачи учитываются естественная конвекция воздуха в расчетной области, лучистый теплообмен.

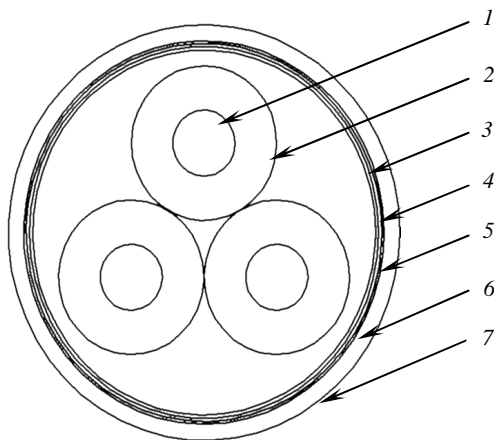


Рис. 1. Кабель марки ВВГ на напряжение 6 кВ: 1 – медная токопроводящая жила; 2 – изоляция из поливинилхлоридного пластика (ПВХ); 3 – поясная изоляция из ПВХ-пластиката; 4 – электропроводящий экран из электропроводящего материала; 5 – металлический экран из двух медных лент; 6 – разделительный слой: две ленты из ПВХ-пластиката; 7 – оболочка из ПВХ-пластиката

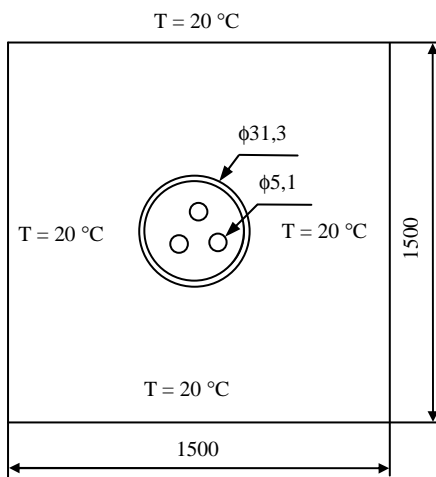


Рис. 2. Геометрические размеры и граничные условия расчетной области

С учетом сделанных допущений определяющая система дифференциальных уравнений примет следующий вид:

- уравнения движения:

$$U_x \frac{\partial U_x}{\partial x} + U_y \frac{\partial U_x}{\partial y} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial t} \eta \frac{\partial U_x}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial t} \eta \frac{\partial U_x}{\partial y}, \quad (1)$$

$$U_x \frac{\partial U_y}{\partial x} + U_y \frac{\partial U_y}{\partial y} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial t} \eta \frac{\partial U_y}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial t} \eta \frac{\partial U_y}{\partial y} + \frac{g}{\rho}; \quad (2)$$

- уравнение неразрывности для несжимаемой среды:

$$\frac{\partial U_x}{\partial x} + \frac{\partial U_y}{\partial y} = 0; \quad (3)$$

- уравнение энергии для воздуха:

$$\rho c \left(U_x \frac{\partial t}{\partial x} + U_y \frac{\partial t}{\partial y} \right) = \frac{\partial}{\partial x} \lambda \frac{\partial t}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} \lambda \frac{\partial t}{\partial y}; \quad (4)$$

- уравнение теплопроводности для кабеля:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda \frac{\partial}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\lambda \frac{\partial t}{\partial y} \right) + q_v = 0, \quad (5)$$

где x, y , – декартовы координаты, м; U_x, U_y – компоненты вектора скорости воздуха в канале, м/с; t – температура, °С; P – отклонения давления воздуха от гидростатического, Па; g – ускорение свободного падения ($g = 9,8 \text{ м/с}^2$); c – удельная теплоемкость воздуха ($c = 1,005 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{°С)}$); ρ – плотность воздуха, кг/м³; q_v – мощность внутреннего источника тепла, Вт/м³; λ – коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С); $\eta = \frac{\mu}{\rho}$ – кинематическая вязкость, м²/с; μ – коэффициент динамической вязкости ($\mu = 1,7894 \cdot 10^{-5} \text{ Па}\cdot\text{с}$).

Плотность воздуха зависит от температуры по закону Буссинеска:

$$\rho(T) = \rho_0 [1 - \beta(t - t_0)]. \quad (6)$$

Система уравнений, описывающая процессы сложного теплообмена воздуха в расчетной области с учетом теплопроводности в кабелях, дополнялась следующими граничными условиями:

- для скоростей ставится граничное условие на поверхности стенок расчетной области и кабеля – непроникновение и прилипание;
- на границах контакта разнородных сред задавались граничные условия 4-го рода:

$$\lambda_{i-1} \frac{\partial t}{\partial n} = \lambda_i \frac{\partial t}{\partial n}; \quad (7)$$

– на границах расчетной области задавались граничные условия 1-го рода: $T = 20 \text{ }^\circ\text{C}$.

Определение токовых нагрузок кабельных линий по температурным полям проводилось с использованием пакета прикладных программ ANSYS. Поставленная задача решалась численно в среде расчетов Fluent, а для построения геометрической модели и разбиения ее на конечные элементы использовался препроцессор ICEM CFD. С этой целью была разработана итерационная процедура, в которой на каждом итерационном шаге решалось уравнение теплопроводности (5) и определялось температурное поле в расчетной области вокруг кабеля. Далее подбиралось такое значение рабочего тока, при котором максимальная температура в токопроводящей жиле с заданной точностью равнялась допустимому значению $70 \text{ }^\circ\text{C}$.

Данная задача также была решена с помощью использования методики по ГОСТ Р МЭК 60287.

На рис. 3 представлено температурное поле силового кабеля ВВГ с сечением одной жилы 16 мм^2 .

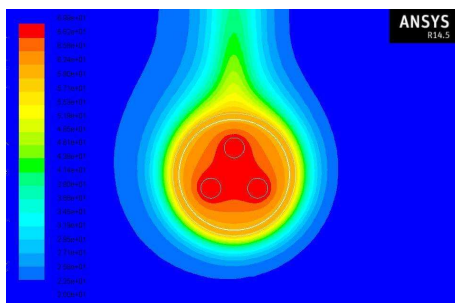


Рис. 3. Температурное поле в кабеле

В таблице приведены значения рабочих токов, рассчитанных по ГОСТ Р МЭК 60287 и с помощью пакета ANSYS, и результаты сравнения между ними.

Рабочие токи кабеля ВВГ

Параметр	Рабочий ток, А (по ГОСТ Р МЭК 60287)	Рабочий ток, А (ANSYS)
Значение рабочего тока, А	73	80
Расхождение, %	8,75	

Из таблицы видно, что рабочие токи, рассчитанные с помощью ANSYS, имеют несколько большие значения. Можно отметить достаточно хорошее совпадение результатов между представленными методиками расчета токовых нагрузок. Полученные результаты свидетельствуют об адекватности работы методики, построенной с помощью программного комплекса ANSYS. Методики, построенные на базе моделирования тепловых процессов, являются более универсальными. Преимущества этих методик будут проявлять себя при решении задач с более сложными условиями теплообмена кабелей и окружающей среды.

Библиографический список

1. ЭлектроТехИнфо // Силовые кабели с пластмассовой и резиновой изоляцией [Электронный ресурс]. – URL: http://www.eti.su/articles/kabel-i-provod/kabel-i-provod_563.html (дата обращения: 29.04.2015); Технические условия ТУ 16.К09-144-2005. Кабели силовые с пластмассовой изоляцией на напряжение 6 кВ. 2005.

2. Кабель. РФ всегда рядом // Изоляция силовых кабелей [Электронный ресурс]. – URL: <http://cable.ru/poleznoe/id-1276.php> (дата обращения: 29.04.2015).

3. Технические условия ТУ 16.К09-144-2005. Кабели силовые с пластмассовой изоляцией на напряжение 6 кВ. 2005 // Доступ из справ.-правовой системы КонсультантПлюс.

4. Электрические кабели, провода и шнуры: справочник / Н.И. Белоруссов, А.Е. Саакян, А.И. Яковлева; под ред. Н.И. Белорусова. – 5 изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 536 с.

5. Ковригин Л.А. Основы кабельной техники: учеб. пособие. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2006. – 94 с.

ОБЗОР СТРУКТУРЫ КОММУТАТОРА В НЕЙРОННОЙ СЕТИ САМОМАРШРУТИЗИРУЮЩЕГОСЯ АНАЛОГО-ЦИФРОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

Студент гр. АТ-13 Н.Г. Макагонов

Научный руководитель – ассистент *А.И. Посягин*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Системы автоматического управления (САУ) в наше время набирают все большую и большую популярность. Системы автоматического управления, повсеместно используемые на производственных предприятиях, все чаще находят применение в обыденной человеческой жизнедеятельности, неуклонно сокращая количество процессов, требующих непосредственного участия человека. Одним из составных звеньев практически любой системы автоматического управления являются всевозможные датчики, собирающие информацию о состоянии объекта управления, требуемую для передачи на устройство управления (УУ). Зачастую датчики генерируют аналоговый сигнал, который требуется преобразовать в цифровой. Данное преобразование осуществляется с помощью аналого-цифрового преобразователя (АЦП). Очень часто к АЦП предъявляются требования, связанные с уровнем отказоустойчивости, так как при использовании САУ на объектах повышенной важности (таких как ядерные станции) выход из строя хотя бы одного элемента цепочки «Датчик-АЦП-УУ» может привести к техногенной катастрофе. Поэтому создание АЦП с высокой отказоустойчивостью является весьма актуальной задачей.

Для создания такой архитектуры было предложено использовать нейронную сеть (НС). НС – система, состоящая из однотипных универсальных блоков (нейронов), способных устанавливать между собой соединения, образуя структуру, способную выполнять определенные задачи. Так как нейроны являются универсальными, то при появлении неисправности в одном из нейронов структура имеет возможность заменить вышедший из строя нейрон. Данный факт и является источником повышенной отказоустойчивости предлагаемой архитектуры [1]. В качестве нейронов было решено использовать одноразрядные АЦП, которые, объединяясь в зависимости от запрашиваемой разрядности, образуют индивидуальные аналого-цифровые

преобразователи (ИАЦП) для конкретного сигнала. Таким образом, имея некоторое количество нейронов, можно построить АЦП, способный обрабатывать несколько сигналов с различной разрядностью и имеющий высокий показатель отказоустойчивости [2].

Однако выбор конкретных нейронов для создания ИАЦП связан с определенными трудностями, и система должна содержать элементы, определяющие количество нейронов, которые в данный момент времени могут быть доступны для включения в ИАЦП. Такими устройствами в предложенной архитектуре являются коммутаторы (Км), каждый из которых подключен к некоторому числу нейронов с целью сбора информации об их состоянии. Такие нейроны по отношению к коммутатору будем называть собственными.

Расчет количества собственных доступных нейронов проводится внутри каждого коммутатора в отдельности, так как для каждого коммутатора число доступных нейронов в общем случае будет отличаться. Доступность нейрона определяется посредством двух статусных флагов: флага готовности и флага связности. Флаг готовности генерируется внутри нейрона и сообщает о том, что в данный момент нейрон не занят и исправен. Флаг связности является функцией от состояния собственного флага готовности и флагов связности подключенных следующих нейронов. Это количество определяется числом дополнительных связей между нейронами, с увеличением которого возрастает отказоустойчивость системы. Причем каждый коммутатор, помимо собственных свободных и исправных нейронов, считает доступными все нейроны, до которых отсутствует разрыв связности. Разрыв связности – нейрон, флаг связности которого равен нулю. Внутри коммутатора расчет собственных нейронов производится как из начала в конец, так и из конца в начало, так как в случае наличия разрыва внутри коммутатора нейроны, находящиеся между началом и разрывом, могут быть включены в состав ИАЦП, образованного предыдущим коммутатором. А нейроны, находящиеся между разрывом и концом, сами способны образовывать ИАЦП, используя нейроны последующих коммутаторов. Для учета всех доступных нейронов, включая несобственные, используются счетчики, распределенные по всем коммутаторам, что соответствует принципам отказоустойчивости. Данные счетчики суммируют значения, получаемые в результате подсчета свободных нейронов на каждом из коммутаторов. Так как к системе предъявляется требование, связанное с ее

быстродействием, то необходимо, чтобы суммирования производились за ограниченное количество тактов, что было реализовано с помощью комбинаторной логики. Однако применение комбинаторной логики привело к необходимости ограничения количества суммирований. Это объясняется тем, что система изначально имеет вид кольца, а комбинаторные сумматоры, проходя по замкнутому кольцу, будут суммировать одни и те же значения неопределенное количество раз до тех пор, пока не наступит конец такта. Решение данной проблемы было найдено в виде введения двух дополнительных сумматоров и некоторой метки, которая играет роль искусственного разрыва (на рисунке – данные сумматоры объединены в блок «сумматор связности»).

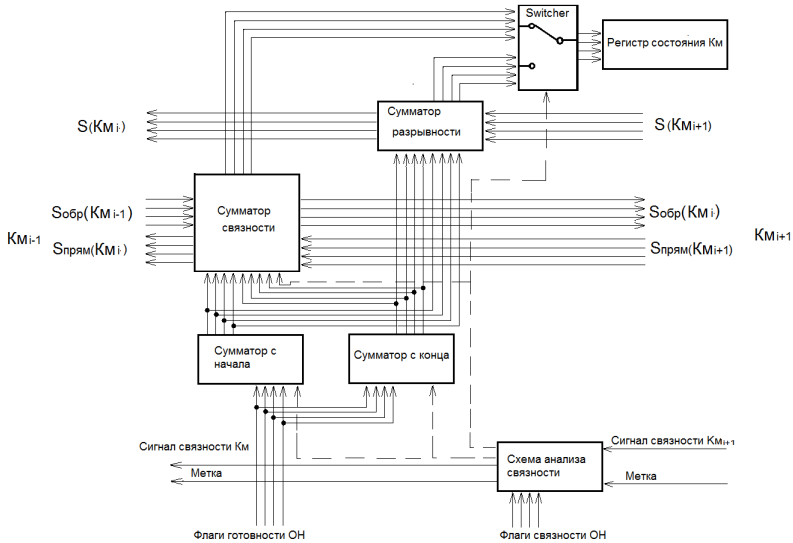


Рис. Структурная схема разрабатываемой части Км, отвечающей за расчет количества доступных для использования нейронов (сплошными линиями обозначен обмен данными, а пунктирными – управление)

Причем сумматоры производят суммирование, начиная от метки, в разные стороны, и заканчивают на ней же. Таким образом, на каждом коммутаторе оказываются два числа $S_{\text{прям}}$, $S_{\text{обр}}$, первое из которых равно количеству всех свободных нейронов (включая собственные), находящихся между данным коммутатором и меткой в прямом на-

правлении, а второе соответственно равно количеству всех свободных нейронов (включая собственные), находящихся между данным коммутатором и меткой в обратном направлении. Следовательно, полное количество нейронов, доступных для создания ИАЦП, можно найти по формуле

$$N = S_{\text{прям}} + S_{\text{обр}} - n,$$

где n – количество собственных доступных нейронов.

Однако при наличии разрыва один комбинаторный сумматор идеально решает поставленную задачу, так как разрыв будет выполнять функцию ограничителя суммирований (на рисунке данный сумматор обозначен в виде блока «сумматор разрывности»). Вследствие чего были введены два состояния системы: первое – система замкнута, т.е. в системе отсутствуют разрывы, второе: система разомкнута, т.е. имеет место один или более разрывов. Следовательно, в замкнутом состоянии система использует два встречных сумматора с учетом метки, а в разомкнутом состоянии – один сумматор, без учета метки (на схеме, изображенной на рисунке, данный принцип реализуется с помощью блока «Switcher»). Также можно заметить, что метка не является статичной. Она совершает движение от коммутатора к коммутатору через каждые K тактов, где K – количество тактов, за которое коммутатор вычисляет количество доступных нейронов. Каждый коммутатор при определении состояния системы ориентируется на уровни трех сигналов:

$$P_{\text{собст}}(t) P_{\text{собст}}(t-1) P_{\text{вход}}(t),$$

где $P_{\text{собст}}(t)$ – связность собственных нейронов коммутатора на данном такте, $P_{\text{собст}}(t-1)$ – связность собственных нейронов на предыдущем такте, $P_{\text{вход}}(t)$ – состояние предыдущего коммутатора на данном такте.

Итогом проделанной работы стала электрическая принципиальная схема, являющаяся частью K_m , отвечающая за расчет количества доступных данному K_m нейронов. Для создания данной схемы была использована среда схемотехнического проектирования Multisim. Моделирование различных состояний НС показало корректную работу K_m .

В дальнейшем работа будет сосредоточена над улучшением быстродействия и надежности системы сбора информации коммутаторами, а также требуется разработать систему распределения

заявок на формирование ИАЦП, используя полученные данные о состоянии НС. Это позволит говорить о завершенности системы маршрутизации сигналов в аналого-цифровом преобразователе на основе нейронной сети.

Библиографический список

1. Посягин А.И., Южаков А.А. Разработка аналого-цифрового преобразователя на основе нейронной сети // Электротехника. – 2012. – № 11. – С. 18–24.

2. Посягин А.И., Южаков А.А. Самомаршрутизирующийся аналого-цифровой преобразователь на основе двухслойной нейронной сети // Нейрокомпьютеры. – 2013. – № 11. – С. 76–81.

3. Посягин А.И., Южаков А.А. Самомаршрутизация сигналов в аналого-цифровом преобразователе на основе нейронной сети // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. – 2014. – Т. 57. – № 5. – С. 38–43.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦЕХА ПО ПРОИЗВОДСТВУ КАБЕЛЯ МАРКИ КУГВЭВнг-FRLS

Студент гр. КТЭИ-10 В.О. Ретунский

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *В.В. Черняев*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Статистические данные о пожарах, произошедших при эксплуатации электрооборудования и электроустановок в России, свидетельствуют о том, что 60 % из них приходится на кабельные изделия. Поэтому немаловажным является вопрос противопожарной безопасности кабельно-проводниковой продукции. К сожалению, имеющееся оборудование на предприятии не может обеспечить выпуска конкурентоспособной продукции при удовлетворительных технических параметрах. Для организации современного высокотехнологичного производства необходимо оснащение предприятий современным производительным оборудованием.

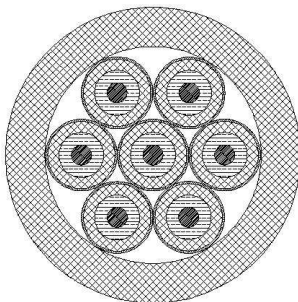


Рис. 1. Конструкция кабеля КУГВЭВнг-FRLS

Конструкция, применение и преимущества кабеля марки КУГВЭВнг-FRLS. Конструкция кабеля, изображенная на рис. 1, включает:

- 1) медную многопроволочную токопроводящую жилу (4-го класса гибкости);
- 2) огнестойкий барьер из двух слюдосодержащих лент;
- 3) поливинилхлоридную композицию пониженной пожароопасности марки ППИ 30-30. ТУ У24.1-30989828-002-2001;
- 4) экран в виде оплетки из медных проволок по каждой жиле
- 5) наружную оболочку из ПВХ-пластика пониженной пожароопасности марки «Элигран 2110».

Область применения: кабели предназначены для передачи и распределения электрической энергии и электрических сигналов в стационарных электротехнических установках при переменном напряжении до 1000 В, частотой до 100 Гц и с постоянным напряжением до 1000 В.

Преимущества кабелей следующие:

- гибкие – очень удобны при монтаже в труднодоступных местах;
- огнестойкие – сохраняют работоспособность в течение 180 мин на номинальном напряжении при воздействии открытого пламени. Это необходимо для срабатывания аварийно-спасательных сигнализаций и служб во время пожара;

- не распространяющие горение, при групповой прокладке самостоятельно гаснут после удаления источника огня;

- с низким дымо- и газовыделением, могут использоваться в местах большого скопления людей.

Технологическая цепочка производства кабеля марки КУГВЭВнг-FRLS изображена на схеме ниже.

В ходе выполнения работы было подобрано оборудование и рассчитано его необходимое количество для выполнения годовой производственной программы. Количество оборудования приведено в таблице.

Оборудование для выполнения годовой производственной программы

Технологическая операция	Название машины	Количество машин
Скрутка ТПЖ	D 631 фирмы Niehoff	4
Наложение слюдосодержащих лент	WTM	4
Изолирование	Davis Standart	1
Наложение экрана на каждую жилу	DRATEX	10
Скрутка изолированных жил	RSM	1
Наложение оболочки	Davis Standart	1

Обоснование планировки здания:

- выбранное расположение оборудования обеспечивает: минимальные размеры площади; прямой технологический поток без встречных потоков; удобство обслуживания всех машин; соблюдение всех правил охраны труда, техники безопасности и пожарной безопасности;

- для работы цеха потребуется 118 человек: 60 основных; 40 вспомогательных; 10 ИТР.

Средняя заработная плата составляет: для основных рабочих – 23 тыс. рублей; для вспомогательных рабочих – 11 тыс. рублей; для ИТР – 35 тыс. рублей.

Экономические показатели инвестиционного проекта (рис. 2):

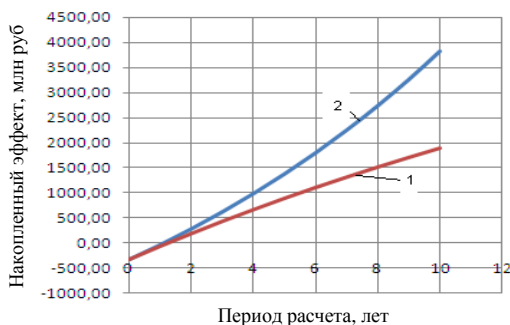


Рис. 2. Срок окупаемости проекта:
1 – с дисконтированием; 2 – без дисконтирования

– в результате произведенного расчета предприятие за 10 лет выпустит 20 000 км кабеля; инвестиционные затраты составят: 332,43 млн рублей;

– прибыль составит: 414,84 млн рублей.

На основании вышеприведенных расчетов можно утверждать, что капиталовложения в данный проект оправданны, о чем свидетельствуют: положительный чистый дисконтированный доход проекта, который составил 2031,96 млн рублей; индекс доходности проекта, который больше единицы: $7,11 > 1$; полный срок окупаемости проекта 1,41 года.

Библиографический список

- ГОСТ 1508–78. Кабели контрольные с резиновой и пластмассовой изоляцией // Доступ из справ.-правовой системы КонсультантПлюс.
- ГОСТ 26411–85. Кабели контрольные // Доступ из справ.-правовой системы КонсультантПлюс.
- Производство кабелей и проводов: учебник для техникумов / под ред. Н.И. Белоруссова и И.Б. Пешкова. – М.: Энергоиздат, 1981. – 632 с.
- Белоруссов Н.И. Электрические кабели и провода. – М.: Энергия, 1971. – 512 с.
- Кранихфельд Л.И., Рязанов И.Б. Теория, расчет и конструирование кабелей и проводов: учебник для техникумов. – М.: Высшая школа, 1972. – 384 с.
- Основы кабельной техники: учеб. пособие для вузов / под ред. В.А. Привезенцева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергия, 1975. – 472 с.
- Экономика предприятия: учебник / под ред. проф. Н.А. Сафронова. – М.: Юристъ, 1999. – 584 с.

ИЗУЧЕНИЕ ПРИНЦИПОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДСТВ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

**Студенты гр. АТ-12-16 В.А. Васиньков, Д.Н. Гайнанова,
А.И. Горожанкин, ассистент С.А. Даденков**
Научный руководитель – канд. техн. наук, профессор *Е.Л. Кон*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Современные распределенные информационно-управляющие системы (РИУС) представляют собой сложную гетерогенную многоуровневую систему, оперирующую большими объемами различной информации в реальном времени. Одним из основных уровней системы является уровень промышленной сети управления технологическими процессами, в котором управление реализуется коммуникационным взаимодействием (обменом информацией) узлов (датчиков и исполнительных механизмов) в сети, обработкой полученных данных и регулированием процессов исполнительными механизмами. В последние годы наблюдается растущий интерес к исследованию и применению событийно-ориентированного подхода к управлению на основе fieldbus-сетей со стекком транспортных протоколов на основе протоколов случайного множественного доступа CSMA: LonWorks, Industrial Ethernet, Modbus TCP, EtherNet/IP (DeviceNet), ProfiNet (Profibus поверх Ethernet), HSE (Foundation Fieldbus), Interbus-TCP/IP. Преимуществом выделенного класса систем является организация коммуникационного взаимодействия узлов в сети только в случае значимых изменений (событий) в контролируемых процессах системы. Ввиду характерной для широкого класса ИУС ограниченной полосы пропускания и вычислительной мощности целесообразность подхода заключается в эффективности использования сетевых ресурсов системы. С ростом числа сетевых узлов (единицы, десятки тысяч) становится более эффективным и целесообразным использование указанного класса систем по сравнению с системами синхронного разделения каналов сети (ModBus, ProfiBus и других), что обусловливается организацией более производительных систем управления реального времени (меньшее время реакции на происходящие

в системе процессы), снижением совокупной стоимости системы. Таким образом, указанное обуславливает актуальность изучения принципов функционирования информационно-управляющих систем с лежащими в их основе промышленными сетями представленного класса в рамках основной образовательной программы высшего профессионального образования по направлению подготовки 220400 «Управление в технических системах». Целью изучения технологий является формирование у студентов профессиональных знаний, умений и навыков работы и решения задач, характерных для каждого этапа жизненного цикла сети управления: планирование, проектирование, ввод в эксплуатацию, эксплуатация и сопровождение. Изучение может производиться на основе любой промышленной сетевой технологии анализируемого класса. Однако наиболее распространенной и сложной и поэтому анализируемой в рамках учебной дисциплины «Передача информации в распределенных информационно-управляющих системах» является технология LonWorks.

Достижение поставленной цели выполняется путем организации:

- аудиторных и самостоятельных занятий, в рамках которых производится формирование у студентов знаний в области многоуровневой архитектуры, коммуникационных стеков протоколов, принципов функционирования и построения современных РИУС;

- практических занятий и семинаров, в рамках которых производится формирование умений решения типовых задач планирования и эксплуатации промышленной сети, связанных с выбором оборудования, составлением технологическим схем взаимодействия узлов-датчиков и исполнительных механизмов сети, изучением алгоритмов диагностирования сети;

- лабораторных занятий [1–3], в рамках которых студенты приобретают практические умения и навыки проектирования, ввода в эксплуатацию и эксплуатации промышленной сети. Каждому этапу посвящено отдельное занятие, в рамках которого студенты работают с лабораторными стендами, объединяющими в сеть разнообразное сетевое оборудование, датчики и исполнительные механизмы. Решение задач производится с помощью полученных знаний, а также специализированного аппаратного и программного обеспечения, основными являются система проектирования широкого назначения LonMaker Integration Tool, система анализа сетевого трафика LonScanner Protocol Analyzer.

Несмотря на столь широкий охват и изучение этапов жизненного цикла промышленной сети, в рамках существующих занятий не исследуется решение одной из основных задач – планирования сети реального времени заданной производительности. Решение данной задачи подразумевает разработку и внедрение в учебный процесс теоретических и практических занятий, посвященных изучению методики планирования производительности сети, а также лабораторных работ, посвященных количественной оценке производительности сети как основной задаче этапа планирования. Настоящая работа является началом разработки лабораторных занятий и посвящена постановке задач и возможности планирования сети посредством реализации количественной оценки производительности с помощью средств имитационного моделирования.

Необходимость применения имитационного моделирования для выполнения количественной оценки и анализа производительности промышленной сети заключается в следующих основных положениях:

- стохастический характер функционирования промышленной сети с большим числом факторов, влияющих на производительность, требует применения средств аналитического и/или имитационного моделирования;

- сочная гетерогенная многоуровневая архитектура системы, оперирующая большими неоднородными объемами информации в реальном времени, исследование которой средствами аналитического моделирования сложно [4] и не позволяет добиться высокой точности результатов;

- разработка промышленной сети, детализованной факторами (параметрами и особенностями) функционирования, позволит студентам лучше освоить и закрепить изучаемые принципы функционирования РИУС и используемые в них коммуникационные стеки протоколов.

Сложность организации лабораторных работ заключается в невозможности разработки адекватных моделей функционирования сложной промышленной сети с большим числом факторов функционирования на базе освоенных студентами, в рамках образовательной программы, основных систем математического моделирования: MatLab (SciLab), MathCad, GPSS и других. Это обусловлено основными ограничениями дискретно-событийного моделирования с процессным подходом к разработке модели [5], в частности, ограничени-

ем масштабируемости и динамическим взаимодействием (адресацией) элементов модели сети, вызванным графическим представлением модели со статическим числом элементов и связей между ними. Для реализации модели требуется полнофункциональный объектно-ориентированный подход к разработке модели, но лишенный недостатка графического интерфейса разработки, ограничивающего возможность быстрого масштабирования сети, характерного для таких развитых систем моделирования сетей, как OPNET, COMNET и другие. Анализ возможностей систем моделирования и подходов к моделированию позволяет определить необходимость использования агентного подхода к разработке сложных и адекватных моделей промышленной сети, получившего развитие в одной из распространенных систем имитационного моделирования AnyLogic.

Сложность разработки моделей заключается:

1) в отсутствии у студентов знаний и умений разработки моделей на основе агентного подхода дискретно-событийного моделирования;

2) многофакторности (сложности) объекта исследования. Ввиду указанного целесообразным является введение студентов в предметную область агентного моделирования, а также ввиду сложности объекта декомпозиция его и исследование прикладной и транспортной подсистем, моделирование и анализ должны производиться условно независимо друг от друга. После проведения указанных занятий студенты готовы к работе, целью которой является получение умений и практических навыков планирования промышленной сети с требуемой производительностью.

Введение в предметную область моделирования предлагается осуществлять в рамках самостоятельных занятий студентов по предложенным методическим указаниям к выполнению работы. Планируемая работа должна включать сравнительный анализ возможностей известного студентам процессного дискретно-событийного моделирования и агентного подхода. Анализ производится путем исследования промышленной сети, как простой сети передачи данных в виде системы массового обслуживания (СМО, СеМО), без учета специфических факторов функционирования. По результатам выполнения работы студентом должна быть составлена сравнительная таблица возможностей подходов к моделированию по предложенной системе критериев, что позволит сделать вывод об адекватности (в широком смысле) подхода к моделированию РИУС.

Исследование прикладной составляющей промышленной сети связано с изучением принципов функционирования приложения сетевого узла, прикладного и представительского уровней коммуникационного стека протоколов LonTalk. По результатам разработки модели приложения узла студентом должны быть составлены сводная таблица результатов количественной оценки производительности для различных исходных данных (числа модулей приложения узла, их приоритетов и интенсивностей событий) и проведен их анализ с целью выявления лучшего варианта по предложенным критериям (показателям производительности).

Исследование транспортной составляющей промышленной сети связано с изучением принципов физического, канального, сетевого, транспортного и сеансового уровней КСП LonTalk, определяющих алгоритм множественного доступа узлов к сетевому каналу, сервисы доставки и виды адресации сетевых сообщений. Результатом выполнения работы является разработанная модель, позволяющая произвести анализ зависимостей: вероятности коллизии от количества узлов в сети и нагрузки на сетевой канал; среднего времени доступа и передачи сообщения при различной загрузке сетевого канала; вероятностей успешной доставки сообщений при различных сервисах доставки и различной загруженности канала.

Исследование и применение методики планирования промышленной сети выполняются в заключительной лабораторной работе в рамках цикла работ, посвященных исследованию производительности промышленных сетей. В настоящей работе студенты работают с наиболее сложной и адекватной моделью, характеризующейся учетом большого (более 50) числа факторов, влияющих на производительность сети, разработанной путем объединения построенных студентом моделей прикладной и транспортной составляющих. Целью работы является получение студентом умений и практических навыков планирования промышленной сети с требуемой производительностью. Помимо общего задания на планирование сети требуемой производительности в условиях сформулированных ограничений перед студентом ставятся индивидуальные задания на лабораторную работу, связанные с исследованием влияния фактора(ов) функционирования на производительность сети. Решение поставленных заданий позволяет студенту не только приобрести умения и навыки планирования сети требуемой производительности, но и приобрести навыки исследования сложных сетевых систем.

Таким образом, предложенный в работах подход к изучению принципов функционирования распределенных информационно-управляющих систем характеризуется полнотой изучаемого материала и корректностью получаемых студентами знаний и умений, что характеризует эффективность организации образовательного процесса.

Библиографический список

1. Антинескул А.В., Бусыгин В.В., Кон Е.Л. Разработка лабораторного практикума, посвященного этапу планирования РИУС LonWorks // Автоматизированные системы управления и информационные технологии. – 2013. – С. 103–111.

2. Кон Е.Л., Якушев А.П. Разработка лабораторного стенда для исследования этапов проектирования и ввода в эксплуатацию РИУС на базе технологии LonWorks // Автоматизированные системы управления и информационные технологии. – 2013. – С. 111–117.

3. Даденков С.А., Кон Е.Л., Кузнецов Д.И. Разработка и анализ алгоритма технического диагностирования промышленных сетей на основе технологии LonWorks // Автоматизированные системы управления и информационные технологии. – 2013. – С. 117–123.

4. Даденков С.А., Кон Е.Л. Подход к построению аналитической модели информационно-управляющей сети LonWorks на основе нейрочипов // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. – М.: Радиотехника. – 2013. – № 11. – С. 64–69.

5. Даденков С.А., Кон Е.Л. Анализ моделей и методов агентного и дискретно-событийного имитационного моделирования // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». – 2015. – № 5.

РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩЕЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ СЕТЕВОЙ ТЕХНОЛОГИИ LONWORKS

Студент гр. АТ6-14-1м В.В. Чмыков, ассистент С.А. Даденков
Научный руководитель – канд. техн. наук, профессор *Е.Л. Кон*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Существует большое количество вариантов построения распределенных информационно-управляющих систем (РИУС), отличающихся архитектурой, алгоритмами функционирования, производительностью, надежностью и безопасностью, экономической целесообразностью и другими показателями, характеризующими качество функционирования. Сложность построения заключается в необходимости оценки, комплексного анализа и обеспечения требуемых показателей. Одним из наиболее важных показателей является производительность системы реального времени. Поэтому целью настоящей работы является разработка имитационной модели функционирования РИУС с целью выполнению количественной оценки показателей производительности. Объектом исследования в работе является распределенная и наиболее сложная для анализа промышленная сеть LonWorks, составляющая основу РИУС. При этом большая часть получаемых в работе результатов носит общий характер для промышленных сетей с методами множественного доступа CSMA (Industrial Ethernet, Modbus TCP, DeviceNet, ProfiNet), что обусловлено общностью алгоритмов и принципов функционирования. Актуальность и необходимость выполнения количественной оценки производительности Lon-сети заключаются в широком распространении технологии для построения систем критической инфраструктуры и жизнеобеспечения на транспорте, производстве и гражданских объектах.

Стоит отметить, что исследованию данной технологии посвящено большое множество работ [1–3]. Однако ввиду высокой размерности и вычислительной сложности аналитических моделей, проблем гибкости и масштабируемости имитационных моделей результаты получены для жестких систем ограничений с учетом малого числа факторов функционирования, влияющих на производительность сети.

Указанное свидетельствует о низкой корректности моделей и обуславливает необходимость разработки адекватных моделей. В рамках настоящей работы выполняются разработка и анализ применимости имитационной модели функционирования промышленной сети LonWorks, характеризующейся корректным учетом большинства значимых факторов функционирования, выделенных в ходе анализа спецификации к стеку протоколов.

В ходе анализа публикаций, посвященных имитационному моделированию сетевых систем, установлен наиболее распространенный и эффективный метод дискретно-событийного моделирования. Обусловлено это тем, что разрабатываемая модель позволяет наиболее близко к реальному объекту описать процесс функционирования системы во времени, в котором различные его параметры меняются мгновенно в определенные дискретные моменты времени. Дискретно-событийные модели в настоящее время разрабатываются с использованием распространенных:

- универсальных языков программирования (Си, Java), предоставляющих высокие возможности в разработке, отладке и использовании модели. Однако подход к построению сложных распределенных моделей с большим числом элементов характеризуется высокой сложностью и трудоемкостью разработки, требует глубоких знаний и навыков работы с языками программирования. Данный факт снижает возможность их исследования в рамках образовательного процесса в университете по программам, языки программирования в которых не являются профильным предметом;

- специализированных систем OPNET, OMNET, COMNET, предоставляющих высокую точность количественных оценок производительности сетей. Однако закрытость реализации алгоритмов и протоколов в моделях сети снижает эффективность применения данных сред для исследования их эффективности, выработки рекомендаций к планированию сетей. Другой проблемой систем является ограничение масштабируемости, определяемое графическим интерфейсом разработки моделей. Увеличение числа сетевых элементов, изменение структуры сети связи требуют ручного перестроения всех связей, что значительно снижает эффективность применения подхода при планировании сетей требуемой производительности;

- общецелевых систем моделирования GPSS, Arena, AnyLogic, характеризующихся различными совокупностями преимуществ и недостатков универсальных языков моделирования и специализи-

рованных систем. GPSS характеризуется «кодовой» разработкой модели без ее графического представления и поэтому характеризуется свойствами универсальных языков программирования. Agena наиболее близка по графическому принципу разработки к характеристикам специализированных средств разработки. AnyLogic представляет систему с наиболее оптимальным сочетанием преимуществ языков программирования и графических средств разработки и визуализации. Это достигнуто разработкой универсальных объектов – агентов, структура и процесс функционирования которых создаются разработчиком, а также предоставлением возможности программной реализации динамического изменения их количества и связей между ними, обеспечивая гибкость и высокую масштабируемость модели. Графическая разработка увеличивает скорость разработки модели.

В результате анализа систем моделирования сделан вывод о целесообразности и эффективности применения системы имитационного моделирования AnyLogic для изучения и исследования распределенных информационно-управляющих систем и сетей в целом.

Архитектура разработанной модели представляет собой иерархическую структуру распределенной сети LonWorks и моделируется принадлежностью (вложенностью) агентов каждого класса (фрагментов сети) в указанной последовательности: сегмент, канал, узел, сетевое сообщение. Ключевым элементом модели является объект класса узел (рисунок), представленный программным исполнением трехпроцессорной структуры (прикладной, сетевой, каналный процессоры расположены в изображении слева направо), реализующей функционал семи уровней коммуникационного стека протоколов LonTalk.

Сбор статистики в модели выполняется по множеству показателей функционирования – индивидуально для каждого объекта (фрагмента сети, узла, сетевых сообщений) и в общем для логических групп объектов.

Таким образом, агентный подход дискретно-событийного моделирования позволил разработать адекватную модель распределенной промышленной сети, включающую основные ее элементы, учесть алгоритмы функционирования и принципы динамического взаимодействия, а также большое множество реальных факторов функционирования, ранее не анализируемых в известных работах, что направлено на повышение точности результатов моделирования и получение количественных оценок производительности сети.

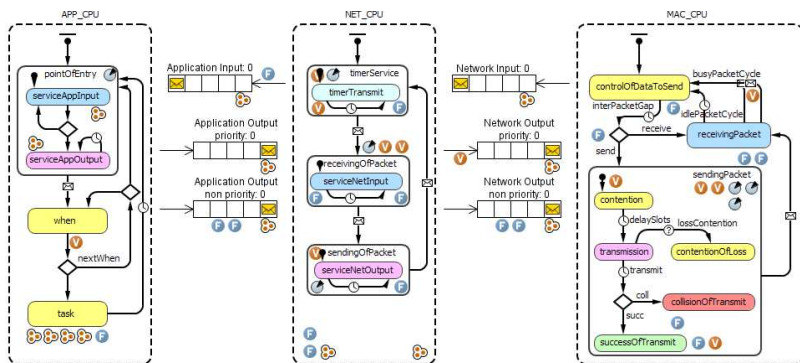


Рис. 1. Модель узла промышленной сети LonWorks РИУС

Применение разработанной модели эффективно не только для реализации адекватной количественной оценки производительности в рамках планирования сети, но и целесообразно в образовательном процессе для получения студентами знаний в области функционирования современных распределенных информационно-управляющих систем и приобретения умений их планирования с требуемой производительностью.

Применение имитационной модели предполагается в рамках разрабатываемой лабораторной работы. Достижение поставленной в работе цели – получения знаний и умений – производится путем организации общего и индивидуальных заданий, реализуемых над моделью. Общим заданием для студентов является решение задачи оценки производительности сети по предложенным индивидуальным значениям исходных данных. В ходе оценки производительности студент выполняет анализ значимости групп факторов на производительность сети. Индивидуальные исследовательские задачи связаны с: анализом целесообразности и эффективности предлагаемых модификаций протокола, оценкой степени влияния фактора на производительность в условиях различных загруженностей сетевого канала, оптимизацией ряда показателей производительности посредством коррекции определенной совокупности факторов сети. Все исследовательские задачи связаны с анализом производительности сети при различных значениях параметров и нагрузке в узлах и канале связи. Практическое решение предложенных задач студентам позволяет более эффективно приобретать и усваивать знания

функционирования промышленной сети, умения моделировать, выполнять оценку показателей эффективности функционирования системы, исследовать сложные сетевые системы.

Библиографический список

1. Miśkiewicz M. Analysis of Mean Access Delay in Variable-Window CSMA // Sensors. Schweiz: Molecular Diversity Preservation International. – 2007. – Vol. 7. – P. 3535–3559.

2. Даденков С.А., Кон Е.Л. Исследование производительности алгоритма доступа к среде predictive p-persistent CSMA протокола // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2012. – № 6. – С. 217–230.

3. Даденков С.А., Кон Е.Л. Подход к построению аналитической модели информационно-управляющей сети LonWorks на основе нейронных сетей // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. – М.: Радиотехника, 2013. – № 11. – С. 64–69.

Секция V
ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ЭКРАНА ПРИ ПОСТРОЕНИИ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

Аспирант, ассистент И.С. Антясов

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *А.Н. Соколов*
«Южно-Уральский государственный университет»
(Национальный исследовательский университет), г. Челябинск

Для проведения специальных исследований (СИ) технических средств по выявлению побочных электромагнитных излучений и наводок (ПЭМИН) используются особые безэховые камеры – альтернативные измерительные площадки (АИП). При построении АИП идеальной считается ситуация, когда ограждающий контур с внешней стороны полностью отражает электромагнитное излучение, а с внутренней – полностью пропускает [1]. Таким образом, имеем дело с двумя задачами – внешней и внутренней, имеющими отношение к одному и тому же ограничивающему контуру, но требующими прямо противоположных решений.

Для решения внешней задачи при построении АИП применяется электромагнитное экранирование. С этой целью возможно применение листового металла, фольги или металлических сеток [2]. Однако применение сплошного листового металла или фольги непрактично с точки зрения монтажа контура. Также это затрудняет решение задачи эффективного поглощения внутренних электромагнитных волн, вследствие чего становится проблематичным выполнение требований нормативно-методической документации по затуханиям [3].

В настоящее время с целью электромагнитного экранирования широко применяются сетчатые структуры. Все сетчатые структуры можно разделить на две группы: перфорированные металлические поверхности и проволочные сетки. Проволочные сетчатые структуры получили более широкое распространение. Эффективность электромагнитной защиты при произвольной поляризации источника излучения, прежде всего, зависит от густоты сетки и формы ячейки, а также от характера контакта между проводниками в их перекрестиях, формы сечения проводников. Поэтому, как правило, применяются двумерно-периодические структуры с размерами ячеек, много меньшими длины волны [4].

Рассмотрим решение внешней задачи ограждающего контура АИП: выберем оптимальные сетки для экрана, которые бы обеспечивали выполнение требований ГОСТа по эффективности экранирования (ЭЭ) при минимальной плотности заполнения металлом (она определяет массу и стоимость экрана) и проанализируем ЭЭ для каскада из двух сеток. С этой целью рассмотрим стандартные широко распространенные сетчатые экраны [5], обеспечивающие ЭЭ свыше 30 дБ в диапазоне частот от 10 МГц до 2 ГГц. Данные требования предъявляются к АИП не ниже 2-го класса экран-камер [6].

Предметом исследования является поведение коэффициента прохождения T (по напряжению) экрана в требуемом диапазоне частот, который однозначно связан с ЭЭ Q известными соотношениями:

$$Q = 20\lg(E_0/E_1) = 20\lg(1/T), \quad (1)$$

где E_0 – напряженность поля (экран отсутствует), E_1 – напряженность поля в присутствии экрана.

Для расчетов коэффициентов прохождения T и отражения R использованы известные соотношения [7], показавшие хорошее согласование с практическими измерениями:

$$Y_{\text{инд}} \approx -j2 \left\{ \sqrt{\left(\frac{\lambda}{a}\right)^2 - 1} \left[\frac{\cos \frac{\pi c}{a}}{1 - \left(\frac{2c}{a}\right)^2} \right]^2 - \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{\lambda}{a}\right)^2 - 1}} \left[\frac{\sin \frac{\pi c}{a}}{\frac{\pi c}{a}} \right]^2 + \left[\sqrt{2\left(\frac{\lambda}{a}\right)^2 - 1} - \frac{1}{\sqrt{2\left(\frac{\lambda}{a}\right)^2 - 1}} \left[\frac{\cos \frac{\pi c}{a}}{1 - \left(\frac{2c}{a}\right)^2} \right]^2 \left[\frac{\sin \frac{\pi c}{a}}{\frac{\pi c}{a}} \right]^2 \right\}, \quad (2)$$

$$\Gamma = \begin{cases} +\sqrt{k^2 - (\pi/c)^2}, & \text{если } c > 0,5\lambda, \\ -j\sqrt{(\pi/c)^2 - k^2}, & \text{если } c < 0,5\lambda, \end{cases} \quad (3)$$

$$T_{\text{толт}} \approx \frac{1}{1 + Y_{\text{инд}} + Z \operatorname{tg}(\Gamma\tau/2)} - \frac{1}{1 + Y_{\text{инд}} - Z \operatorname{ctg}(\Gamma\tau/2)}, \quad (4)$$

$$T^2 + R^2 = 1, \quad (5)$$

где λ – длина волны, м, τ – толщина экрана, м, a – период решетки, м, c – размер окна, м.

Применяемые формулы (2), (3), (4), (5) имеют ряд ограничений:

1) точность коэффициента прохождения (4) находится в пределах 5 % для большинства случаев, представляющих практический интерес;

2) формула (4) справедлива только тогда, когда направление падения плоской волны нормально к экрану и периодичность ячеек в экране меньше длины волны;

3) материал сетки считается идеально проводящим.

Из анализа поведения ЭЭ для сеток различного размера в диапазоне 10–2000 МГц можно сделать вывод, что она растет с увеличением толщины сетчатого экрана. С ростом частоты (при приближении к предельным значениям) эта разница усиливается. Уменьшение размера ячеек приводит к аналогичному, но более ярко выраженному эффекту. Поэтому эффективнее уменьшать размер ячеек, чем утолщать экран [8].

С учетом стоимости и удельной массы в качестве экрана 1 выбрана сетка с размером ячейки 0,8 мм и диаметром проволоки 0,32 мм (удельная масса 1,11 кг/м², цена – наиболее низкая из мелкоячеистых сеток). В рассматриваемом диапазоне частот вычисленная ЭЭ составляет не менее 50 дБ. Для борьбы с резонансными эффектами применяют каскад из двух экранов: сетки «компенсируют» друг друга, поскольку «провалы» ЭЭ возникают на разных частотах. В качестве экрана 2 выбрана сетка с размером ячейки 0,9 мм и диаметром проволоки 0,36 мм, аналогичная по стоимости и небольшая по удельной массе материала (1,33 кг/м²). ЭЭ этой сетки также соответствует предъявляемым требованиям (рис. 1).

Полученные в расчетах коэффициенты имеют комплексный вид, что позволяет моделировать процессы прохождения электромагнитных волн через ограждающий контур АИП, представляющий собой каскад экранов, и возникающие в связи с этим внутренние переотражения электромагнитного поля с учетом фазы.

В общем случае коэффициент прохождения электромагнитных волн для каскада из двух экранов имеет вид

$$T = \frac{T_1 T_2 e^{-\alpha_2 d} e^{-i\beta_2 d \cos \theta_2}}{1 - R_1 R_2 e^{-2\alpha_2 d} e^{-i2\beta_2 d \cos \theta_2}}, \quad (6)$$

где T_1, T_2, R_1, R_2 – коэффициенты прохождения и отражения для экранов 1, 2; d – расстояние между экранами 1, 2, м, α_2, β_2 – действительная и мнимая части постоянной распространения, рад/м, θ_2 – угол преломления волны экраном 1, рад.

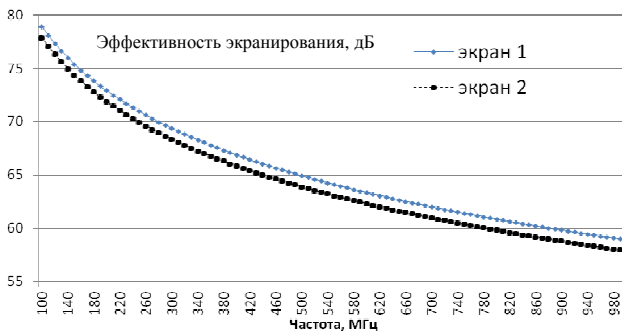


Рис. 1. Эффективность экранов 1 и 2

Исследуем зависимость ЭЭ от расстояния между экранами при перпендикулярном падении плоской электромагнитной волны ($\theta_2 = 0$) без учета затухания волны в пространстве между экранами ($\alpha_2 = 0$).

Из графика (рис. 2) видно, что ЭЭ каскада экранов на частоте 1 ГГц изменяется скачкообразно квазипериодически в зависимости от расстояния d . При построении ограждающего контура АИП этот факт необходимо учитывать: для достижения заданных параметров ЭЭ выбранное расстояние между экранами должно строго выдерживаться.

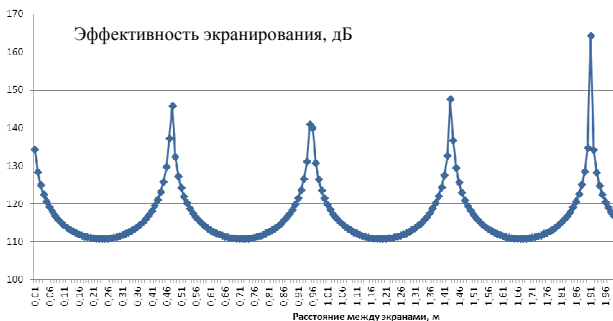


Рис. 2. Зависимость ЭЭ от расстояния между экранами на частоте 1 ГГц

Рассмотрим ЭЭ каскада из двух экранов, расположенных на расстояниях 100, 300 и 500 мм (рис. 3). На основании полученных зависимостей можно сделать вывод, что наилучшая кривая ЭЭ в диапазоне частот соответствует расстоянию между экранами 500 мм. Это расстояние близко к первому максимуму кривой на рис. 2. Но технологически расстояние 500 мм неудобно при монтаже экранов АИП. Из рис. 2 видно, что ЭЭ растет с уменьшением расстояния d до нуля. Следовательно, с технологической точки зрения следует выбирать минимально возможное расстояние между экранами с учетом заданной ЭЭ для проведения СИ (например, не ниже 100 дБ). В исследуемом диапазоне частот для выбранных параметров сеток предельным является расстояние около 100 мм, на котором ЭЭ в диапазоне частот до 2 ГГц составляет не менее 103 дБ.

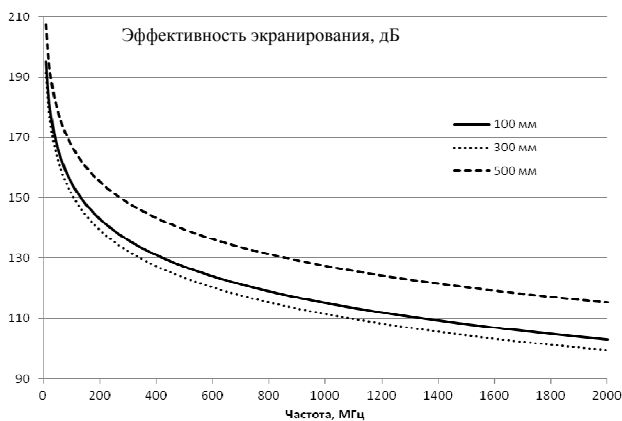


Рис. 3. ЭЭ для каскада сеток с ячейкой 0,9 мм и диаметром проволоки 0,36 мм и с ячейкой 0,8 мм и диаметром проволоки 0,32 мм

Таким образом, для решения внешней задачи при построении АИП проанализированы зависимости ЭЭ каскада из двух экранов в диапазоне частот до 2 ГГц. Показано, что для достижения заданных параметров ЭЭ выбранное расстояние между экранами должно строго выдерживаться, а с технологической точки зрения его следует выбирать минимально возможным.

Библиографический список

1. Антясов И.С., Войтович Н.И., Соколов А.Н. Комплексное экранирование альтернативной измерительной площадки для проведения специальных исследований технических средств // Вестник ЮУрГУ. Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. – Челябинск: Изд. центр ЮУрГУ, 2014. – № 2(14).
2. Мицмакер М.Ю., Торгованов В.А. Безэховые камеры СВЧ. – М.: Радио и связь, 1982.
3. ГОСТ Р 51320–99. Радиопомехи промышленные. Методы испытаний технических средств – источников промышленных помех. (Введ. 1999-22-12). – М.: Госстандарт России, 1999.
4. Электродинамика сетчатых структур / М.И. Конторович, М.И. Астрахан, В.П. Акимов [и др.]; под ред. М.И. Конторовича. – М.: Радио и связь, 1987.
5. ГОСТ 3826 – 82. Сетки проволочные тканые с квадратными ячейками. Технические условия. (Введ. 1982-29-09). – М.: Госстандарт СССР, 1982.
6. ГОСТ Р 50414–92. Совместимость технических средств электромагнитная. Оборудование для испытаний. Камеры экранированные. Классы, основные параметры, технические требования и методы испытаний. (Введ. 1992-26-11). – М.: Госстандарт России, 1992.
7. Shung-wu Lee, Fellow, Gino Zarrillo, Chak-Lam Law. Simple Formulas for Transmission through Periodic Metal Grids or Plates // IEEE transactions on antennas and propagation. – Vol. AP-30, № 5, september 1982. – S. 904.
8. Антясов И.С., Соколов А.Н. Использование сетчатых материалов при экранировании альтернативной измерительной площадки для проведения специальных исследований технических средств // Безопасность информационного пространства: сб. тр. XIII Всерос. науч.-практ. конф. студ., аспирант. и мол. ученых. – Челябинск: Изд. центр ЮУрГУ, 2015. – С. 8–13.

ПРОЦЕДУРА ПРОВЕРКИ ГОТОВНОСТИ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ПРИБОРА «УЛАН-2» НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДВУХ СИТУАЦИЙ ПО ПОДКЛЮЧЕНИЮ ЗАКЛАДНЫХ УСТРОЙСТВ

Студент гр. КОБ-11-1с А.Ю. Гомзяков

Научный руководитель – доцент *В.П. Костецкий*

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

В статье описаны процедуры проверки готовности к использованию универсального анализатора проводных коммуникаций «УЛАН-2» на основе моделирования двух ситуаций по подключению закладных устройств контактным и бесконтактным способом.

В первом эксперименте использовались: универсальный анализатор проводных коммуникаций «УЛАН-2», кабель «витая пара» категории 5E (характеристики кабеля: диаметр проводников 24 AWG, количество витых пар 4, внешний диаметр 5,1 мм, волновое сопротивление на 100 МГц 100 ± 15 Ом, скорость распространения сигнала 68 %, сопротивление постоянному току ≤ 10 Ом/100 м, емкость витой пары ≤ 56 нФ/км, delay skew на 100 МГц 45 нс/100 м, propagation delay на 100 МГц 536 нс/100 м, длина 15 м), имитатор закладного устройства – резистор, подключенный параллельно к одной из четырех пар кабеля. Во втором эксперименте использовались: универсальный анализатор проводных коммуникаций «УЛАН-2», кабель «витая пара» категории 5E (характеристики кабеля: диаметр проводников 24 AWG, количество витых пар 4, внешний диаметр 5,1 мм, волновое сопротивление на 100 МГц 100 ± 15 Ом, скорость распространения сигнала 68 %, сопротивление постоянному току ≤ 10 Ом/100 м, емкость витой пары ≤ 56 нФ/км, delay skew на 100 МГц 45 нс/100 м, propagation delay на 100 МГц 536 нс/100 м, длина 15 м), имитатор сигналов сложного вида «Аврора», работающий на частоте 600 МГц с FM модуляцией микрофоном.

Для начала замеряем характеристики кабеля без подключения разных устройств, в реальности это делается при первоначальной прокладке кабеля, либо берут точно такой же кабель одинаковой длины. Замерам подвергаются проходящий по кабелю низкочастотный сигнал, высокочастотный сигнал, сопротивление, емкость, индуктивность и рефлектометрия, данные измерения будут эталонными, т.е. все

измерения с подключенными устройствами будем сравнивать с первыми измерениями. После того как замерили все необходимые характеристики, подключаем различные устройства к кабелю и проводим замеры заново, сравнивая полученные результаты с эталонными.

В первом эксперименте подключаем резистор параллельно кабелю. Резистор оказал влияние только на рефлектометрию (рис. 1).

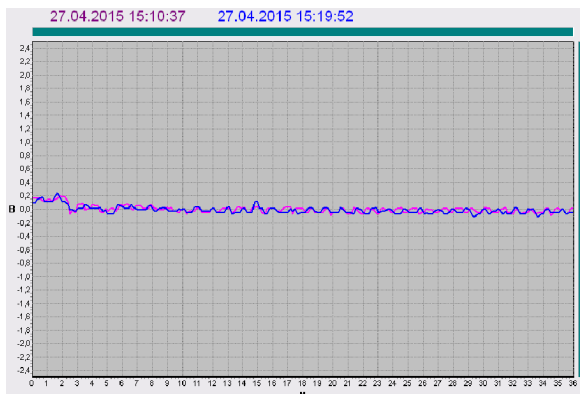


Рис. 1. Рефлектометрия кабеля без резистора (розовый) и с резистором (синий)

Режим импульсной рефлектометрии предназначен для обнаружения фактов несанкционированных подключений к проверяемой линии, измерения расстояния до выявленных неоднородностей, а также для выполнения вспомогательных функций: измерения длины линии, определения характера повреждения линии, измерение расстояния до обрыва, короткого замыкания или утечки.

Для того чтобы правильно расшифровать рефлектометрию, необходимо обратиться к руководству к универсальному анализатору проводных коммуникаций «УЛАН-2» [2].

Из графика, представленного на рис. 1, видно, что сначала в кабель подается зондирующий импульс, после чего приемник на оборудовании принимает отраженные импульсы. Также на графике видно, что импульсы достаточно похожи, до расстояния 15 м. На 15 м приемник получил более мощный отраженный импульс, именно в этом месте подключен резистор к кабелю. После того как получили искаженную рефлектометрию, проверяем по руководству, какая именно утечка представлена в данном случае.

Цитата из руководства: «На рефлектограмме (рис. 2) представлен случай отражения сигнала от точки большого сопротивления (второй курсор), что соответствует обрыву кабеля». Состояние, описываемое рефлектограммой, получило название характерного обрыва (COMPLIT OPEN).

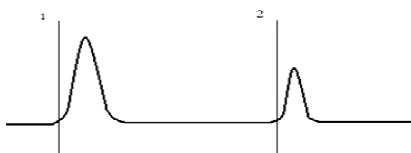


Рис. 2. Рефлектограмма обрыва кабеля

Отражение со сменой полярности сигнала соответствует короткому замыканию в кабеле (рис. 3), малому сопротивлению неоднородности. Такое состояние получило название характерного короткого замыкания (DEAD SHORT).

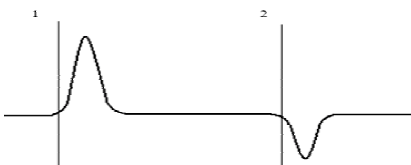


Рис. 3. Рефлектограмма короткого замыкания

Теперь проведем второй эксперимент бесконтактным способом. Для данной цели мы подключим генератор в режиме передатчика на 600 МГц. Проводим замеры на линии без включенного передатчика и с включенным передатчиком (рис. 4).

НЧ сигнал		НЧ сигнал	
Текущее значение	—	Текущее значение	—
Усредненное значение	1,45 мВ	Усредненное значение	6,56 мВ
Максимальное значение	1,67 мВ	Максимальное значение	9,77 мВ
Минимальное значение	1,10 мВ	Минимальное значение	5,10 мВ
Пороговое значение	30,0 мВ	Пороговое значение	30,0 мВ
Время начала измерения	27.04.2015 15:46:47	Время начала измерения	27.04.2015 15:49:34
Продолжительность измерения	00:08	Продолжительность измерения	00:08
Количество замеров	5	Количество замеров	5

Рис. 4. Значения НЧ сигнала при выключенном передатчике (а) и при включенном передатчике (б)

Итак, на рис. 4 показаны НЧ сигналы в кабеле. Даже неподготовленный человек поймет, что справа на рисунке есть заметные отклонения от нормы, следовательно, с кабелем контактирует какое-либо устройство, в данном случае передатчик на 600 МГц, который значительно повышает НЧ-сигнал. Для достоверности снова обратимся к руководству для анализатора.

В руководстве написано: «Тревожные факторы при измерении низкочастотного сигнала: повышенный уровень низкочастотного сигнала; скачкообразное изменение уровня низкочастотного сигнала за период наблюдения 2–4 с; увеличение уровня низкочастотного сигнала в сравнении с ранее полученными, эталонными, результатами; разница в результатах измерения без использования и с использованием режима акустического навязывания» [2].

На рисунке видно, что эти тревожные факторы имеют место. Уровень НЧ сигнала значительно повышен, сигнал изменяется скачкообразно (от 5,1 до 9,7 мВ), и, конечно же, видно увеличение сигнала по сравнению с эталонным. Все это свидетельствует о том, что подключено закладное устройство.

В ходе экспериментов использовались все режимы работы «УЛАН-2» по выявлению влияния на измеряемые характеристики тестируемой линии связи (витая пара CAT 5E), а именно НЧ-сигнал, ВЧ-сигнал, сопротивление, индуктивность, емкость, рефлектометрия. Определено, что наиболее контрастно в первом эксперименте обнаруживается подключение модели закладного устройства (резистор) в режиме рефлектометрии, во втором эксперименте бесконтактного подключения модели закладного устройства обнаруживается в режиме НЧ-сигнала. Для обнаружения тревожных факторов необходимо обращаться к руководству анализатора.

Библиографический список

1. Универсальный анализатор проводных коммуникаций «УЛАН-2» с указателем проводки «УП-7» (пятое поколение) – 2008. – 23 декабря [Электронный ресурс]. – <http://www.bnti.ru/des.asp?itm=4530&tbl=04.01.05> (дата обращения: 26.04.2015).
2. Универсальный анализатор проводных коммуникаций ULAN-2: Техническое описание и инструкция по эксплуатации. – М.: НОВО, 2014. – 90 с.

РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ ПО ТЕОРИИ ГРАФОВ ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ КОМПЛЕКСНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Студентка гр. КОБ-11-2 Н.С. Кобелева

Научный руководитель: ассистент, аспирант *Р.В. Вихорев*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

В настоящее время не многие специалисты в области информационной безопасности при проектировании используют математический аппарат для разработки проектов. Предлагается лабораторная работа для студентов специальностей «Комплексное обеспечение безопасности» и «Комплексная защита информации», которая позволит научить будущих специалистов определенным навыкам разработки проектов систем видеонаблюдения и оценки их надежности.

Анализ сети будем проводить с точки зрения теории графов. Для оценки надежности элементов и сетей будем использовать задачу о наибольшем потоке. Эта задача формулируется следующим образом: при заданной конфигурации сети и известной пропускной способности дуг необходимо найти наибольший поток и распределение его по дугам сети [1].

Формулировка задачи. В организации имеется три объекта, на каждом установлены три точки видеонаблюдения, камеры имеют разный поток передачи данных. Объекты соединены в сеть типа Token ring. К трем объектам подключены 5 разных технологий передачи данных. Через эти технологии данные передаются на два вычислительных центра, которые имеют определенную вычислительную мощность. От вычислительных центров вся информация передается пользователю. Максимальный поток должен быть равен 188. Необходимо проанализировать схему и определить мероприятия по ее оптимизации (рис. 1).

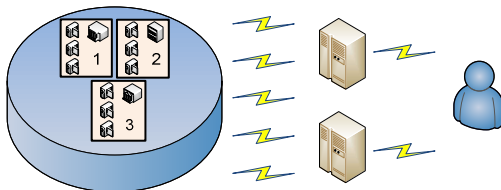


Рис. 1. Схема задания

Проект системы. Проектировку (рис. 2) будем реализовывать в программе GRIN. Для этого построим граф, удовлетворяющий требованиям задачи о максимальном потоке [6].

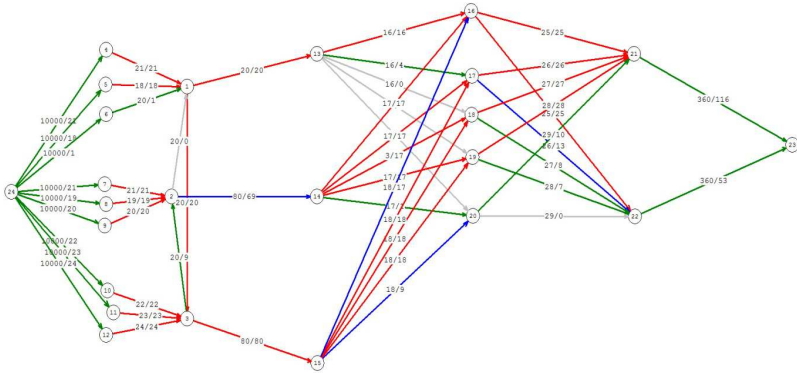


Рис. 2. Проект системы, не удовлетворяющий требованиям

Цифры 1, 2, 3 обозначают объекты, 4–12 обозначают камеры, 13, 14, 15 – маршрутизаторы. Технологии передачи данных обозначены цифрами от 16 до 20, вычислительные центры – 21, 22 и пользователь обозначен как 23, а 24 – общий источник, имеющий большую пропускную способность.

Пропускная способность в нашем случае является весом ребра. Задаем вес и вычисляем максимальный поток. Максимальный поток получился равен 169. Это не удовлетворяет заданию, поэтому далее будем оптимизировать сеть.

Оптимизация проекта. Для оптимизации работы сети мы можем изменять вручную вес ребер, т.е. на практике пропускную способность элементов сети.

В программе GRIN можно наглядно увидеть, в каких местах нагружена сеть. Если ребра окрашены в красный цвет, то поток равен пропускной способности сети, т.е. нагрузка максимальная. Синие ребра обозначают, что величина потока меньше пропускной способности сети, зеленые ребра – поток не больше половины пропускной способности, а серые – поток равен нулю, и, следовательно, он не используется. Таким образом, меняя в программе вес ребра (пропускную способность), можно определить на самом объекте места замены оборудования.

На модели сети видно, что поток с камер на объект «1» поступает большой, часть от этого потока направляется к маршрутизатору «13» и далее по техническим каналам напрямую к пользователю, а другая часть сначала направляется к объекту «3», где пропускная способность так же не способна направить весь поток напрямую к пользователю. В итоге поток переходит на объект «2», оттуда – уже на маршрутизатор «14». Таким образом, можно сделать вывод, что в случае фиксации камерой какого-либо важного момента информация до пользователя будет доходить не так быстро, как напрямую, а это влияет на такой аспект информационной безопасности, как доступность (возможность за разумное время получить требуемую информационную услугу).

В связи с этим изменяем вес ребер. В нашей ситуации изменим пропускную способность от объекта «1» до маршрутизатора «13» в 2,5 раза, будет видно, что максимальный поток будет удовлетворять заданию, а пропускной способности все равно будет не хватать, чтобы всю информацию от камер передать на маршрутизатор. Зато будет видно, что часть информации отправится на объект «3», а далее к пользователю.

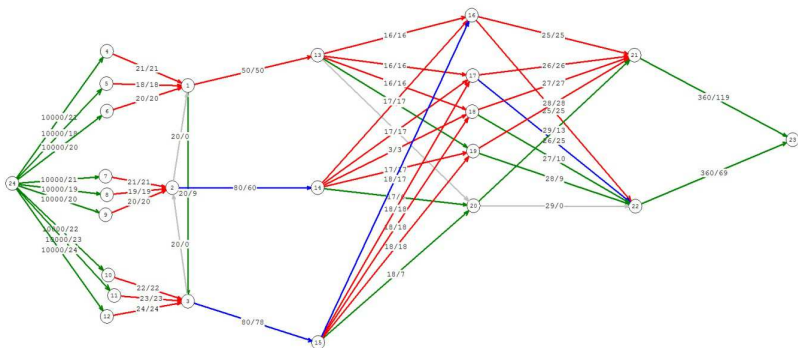


Рис. 3. Вариант проекта системы

Если увеличить поток в 3 раза, то увидим, что максимальный поток так же соответствует заданию, а весь поток информации от первого объекта идет сразу же к маршрутизатору. На примере потока от объекта «1» до маршрутизатора «13» можно также проанализировать потоки для других объектов. Кроме того, по данному материалу можно проанализировать пропускную способность с учетом отказов, что тоже важно для целостности информации.

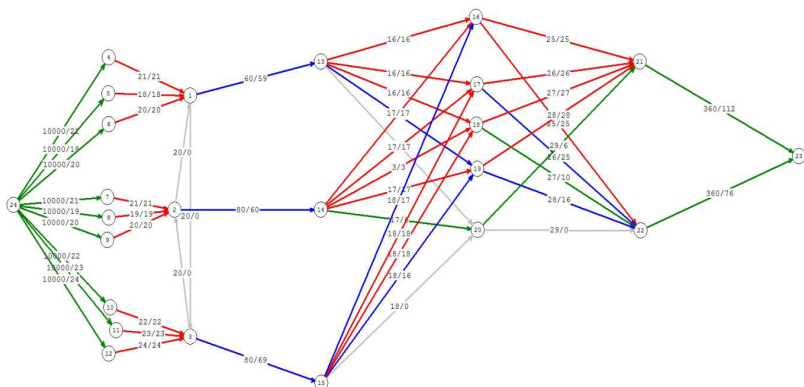


Рис. 3. Проект системы

Заключение. На практике важнейшими являются три аспекта информационной безопасности

- доступность (возможность за разумное время получить требуемую информационную услугу);
- целостность (актуальность и непротиворечивость информации, ее защищенность от разрушения и несанкционированного изменения);
- конфиденциальность (защита от несанкционированного прочтения) [4].

Оценка надежности способствует сохранению информации и ее доступность.

Таким образом, при разработке проектов комплексной защиты информации объекта с использованием сетевого оборудования целесообразно проводить анализ максимального потока в сети. При несоответствии требованиям технического задания и при внесении изменений в оборудование решение задач о максимальном потоке позволит найти оптимальное решение. Предлагаемая лабораторная работа для студентов специальностей «Комплексное обеспечение информационной безопасности» и «Комплексная защита информации» позволит повысить качество подготовки специалистов с использованием свободно распространяемой программы GRIN и улучшить качество проекта. Также поможет специалисту по информационной безопасности в будущем спроектировать модель защищаемого объекта и с учетом технических способностей элементов сети предупредить инциденты, связанные с безопасностью данных.

Библиографический список

1. Тюрин С.Ф., Ланцов В.М. Дискретная математика & математическая логика: учеб. пособие. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2013. – 271 с.
2. Стрельцов Д. Надежность систем видеонаблюдения // Алгоритм безопасности. – 2010. – № 1.
3. Алгоритмы: построение и анализ = Introduction to Algorithms / Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест, К. Штайн; под ред. И.В. Красикова. – 2-е изд. – М.: Вильямс, 2005. – 1296 с (глава 26. Максимальный поток).
4. ГОСТ Р 50922-2006. Национальный стандарт Российской Федерации. Защита информации. Основные термины и определения (утв. и введен в действие Приказом Ростехрегулирования от 27.12.2006 N 373-ст) // Доступ из справ.-правовой системы КонсультантПлюс.
5. Тюрин С.Ф. Надежность систем автоматизации: учеб. пособие. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2012. – 262 с.
6. Тюрин С.Ф., Ланцов В.М. 3.3. Транспортная сеть и задача нахождения максимального потока // Дискретная математика & математическая логика: учеб. пособие. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2013. – 271 с.

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ОБНАРУЖЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ АТАК НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ

Студентка гр. КЗИ-12-16 А.А. Миронова

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *А.С. Шабуров*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Развитие инфраструктуры современного общества в сфере государственного управления, финансовой, банковской, транспортной отраслей, в сфере промышленного производства, энергетического, ресурсного, коммунального и иных видов обеспечения в последнее время обострило проблему кибернетической безопасности. При этом, значительное количество инцидентов связано с осуществлением компьютерных атак на информационные и телекоммуникационные системы, интенсивность которых в последнее время значительно возросла.

За последний год около 67 % компаний по всему миру столкнулись с подобной проблемой, при этом более трети (37 %) не обладают достаточными возможностями и ресурсами для борьбы с такими угрозами. Злоумышленники стали более изощренными, чем когда-либо. Они находятся в постоянном поиске уязвимостей во всей технологической цепочке, включая людей и процессы [1].

Согласно данным индекса критичности утечек данных VLI (Breach Level Index) основной целью киберпреступников при осуществлении атак в 2014 г. стали персональные данные (ПДн). На долю подобных атак пришлось 54 % всех инцидентов, что больше, чем в любой другой категории, в том числе больше числа инцидентов с кражей финансовых данных. Кроме того, на долю утечек, преследовавших цель хищения ПДн, пришлось около трети наиболее значимых взломов, которые были классифицированы в рамках индекса VLI как катастрофические [2].

Большая часть кибератак совершается в отношении финансового сектора и госструктур, отмечают в Group-IB. На 4 % российских банков за год были совершены успешные хакерские атаки. Жертвами стали сайты Центрального банка России, ВТБ24, Альфа-Банка, Бинбанка. В отношении госсектора компьютерные атаки чаще всего совершаются в целях промышленного шпионажа, а самые масштабные за минувший год были связаны с конкретными событиями, такими как Олимпийские игры в Сочи, референдум в Крыму, с ситуацией в Украине.

Анализ публикаций подтверждает значительную актуальность тематики в области разработки методов противодействия компьютерным атакам на информационные и телекоммуникационные системы, необходимость поиска наиболее эффективных способов защиты, основанных на оптимальных алгоритмах противодействия угрозам безопасности информации [3].

В целом большинство применяемых на сегодняшний день методов противодействия компьютерным атакам можно разделить на два класса: методы обнаружения существующих компьютерных атак и методы прогнозирования возникновения потенциальных компьютерных атак (рис. 1).

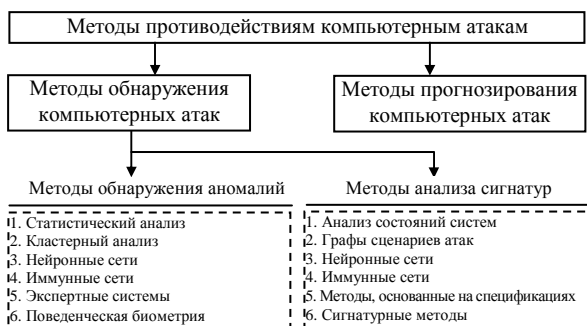


Рис. 1. Методы противодействия компьютерным атакам

В свою очередь, методы, направленные на обнаружение существующих компьютерных атак, также подразделяются на методы обнаружения аномалий (или аномальных отклонений) и методы анализа сигнатур (методы обнаружения злоупотреблений).

Методы обнаружения аномалий основываются на выявлении отклонений от нормального поведения системы и позволяют выявить неизвестные ранее компьютерные атаки. К данной группе методов относятся:

1. *Статистический анализ.* В течение некоторого заданного промежутка времени для рассматриваемой информационной системы (ИС) формируется набор статистических характеристик, описывающих нормальное поведение данной системы. В случае, если поведение системы отклоняется от имеющихся характеристик, ее поведение считается аномальным и рассматривается как атака.

2. *Кластерный анализ.* Методы данной группы основываются на разбиении множества наблюдаемых векторов – свойств системы на кластеры. А затем среди полученных кластеров выбирают те, которые описывают нормальное поведение исследуемой системы.

3. *Нейронные сети.* В течение некоторого периода времени происходит обучение нейронной сети, когда поведение ИС считается нормальным. После процесса обучения происходит запуск нейронной сети в режим распознавания. Наличие атаки определяется отклонением в распознавании нормального поведения во входном потоке.

4. *Иммунные сети.* Аналогично с нейронной сетью иммунную сеть можно использовать для распознавания образов. В процессе применения данного метода формируются антитела, которые сопоставляют свойства атак с характеристиками, заложенными в них, и распознают данное событие как атакующее воздействие.

5. *Экспертные системы.* В экспертных системах информация о нормальном поведении хранится в виде правил, а наблюдаемое поведение представляется в виде фактов. На основании этих фактов и правил принимается решение о соответствии наблюдаемого поведения «нормальному» либо о наличии аномалии.

6. *Поведенческая биометрия.* В основе данных методов лежит гипотеза о различии «почерка» работы с интерфейсами ввода-вывода для различных пользователей. На базе построенного профиля нормального поведения для данного пользователя обнаруживаются отклонения от этого профиля, вызванные попытками других лиц работать с клавиатурой или другими физическими устройствами ввода.

Методы анализа сигнатур используются для распознавания известных компьютерных атак. Основой данных методов является сравнение поведения информационной системы с описанием известной атаки. Если оно совпадает, то поведение объекта считается атакой. К данной категории методов относятся:

1. *Анализ состояний систем.* Данный метод предполагает описание процесса функционирования исследуемой системы как ориентированный граф, вершинами которого являются состояния системы, а ребрами – переходы между ними. Некоторые из путей в рассматриваемом графе помечаются как недопустимые. В этом случае конечное состояние каждого из таких путей представляет собой потенциальную угрозу, а обнаружение подобного рода недопустимых путей означает успешное обнаружение атаки.

2. *Графы сценариев атак.* Для построения графа атак необходимо формализовать понятие атаки, разработать формальный язык представления атак и ИС в целом. После этого необходимо построить и проанализировать граф атак и при наличии последовательности наблюдаемых в системе действий сигнализировать об атаке.

3. *Нейронные сети.* Нейронные сети могут быть использованы для обнаружения атак в ИС на основе метода анализа сигнатур. При этом сначала происходит обучение данной нейронной сети на примерах существующих атак на защищаемую систему, а затем осуществляются сравнение и выявление принадлежности наблюдаемого поведения к одному из классов изученных атак.

4. *Иммунные сети.* Анализ сигнатур может быть рассмотрен как один из возможных способов использования иммунных систем, как и в случае с нейронными сетями.

5. *Методы, основанные на спецификациях.* Для функционирования данного метода необходимо сформировать множество всех возможных атакующих воздействий в виде спецификаций атак. Совпадение текущего события со спецификацией расценивается как атака.

6. *Сигнатурные методы.* Для данного метода необходимы формирование некоторого алфавита для описания наблюдаемых событий системы и построение множества правил – сигнатур с использованием сформированного алфавита. Совпадение характеристик события ИС с одной из сигнатур свидетельствует о наличии атаки.

Распознавание компьютерных атак в динамике функционирования информационной системы может быть представлено на основе системного анализа пространства параметров процессов в системе по установленным правилам и выявления тех параметров, которые характеризуют действие атаки. Системное описание способов и средств защиты информации, направленных на противодействие компьютерным атакам, рационально осуществить на основе теории распознавания образов [4], в соответствии с которой объекты компьютерных атак могут быть интерпретированы распознаваемыми образами пространства их признаков (рис. 2).

В соответствии с данной теорией компьютерная атака является образом, необходимым распознаваемым в ходе процесса сбора, хранения, обработки и передачи информации в ИС, при попытках нарушителя воздействовать на ИС с целью вывода ее из строя или снижения эффективности ее применения.

Словарь признаков компьютерных атак может содержать количественные и качественные признаки, которые декомпозируются на детерминированные признаки атак, распознаваемые сигнатурными методами обнаружения атак, вероятностные признаки атак, распознаваемые методами анализа аномальных отклонений в ИС, логические признаки атак, распознаваемые методами функционального анализа.

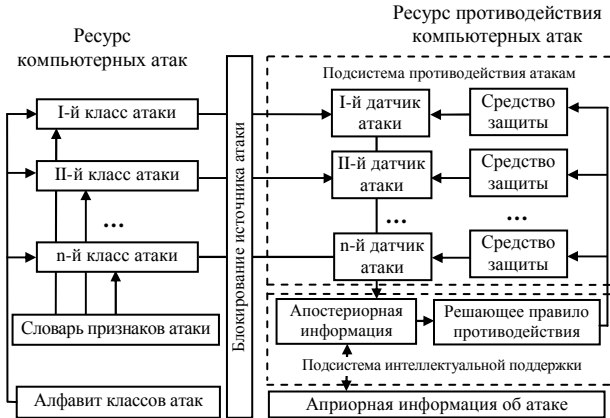


Рис. 2. Модель распознавания компьютерных атак

Пространство признаков атак формируется, декомпозируется и систематизируется на основе априорных знаний об опыте эксплуатации самой ИС, классификации атак, а затем уточняется по апостериорной информации. При этом ключевыми средствами и источниками информации для распознавания объектов компьютерных атак и диагностики потенциальных угроз их воздействия на ИС являются интеллектуальные датчики средств противодействия. Средства противодействия компьютерным атакам совместно со средствами мониторинга состояния информационной безопасности осуществляют сбор данных от датчиков для формирования пространства признаков атак и оценку возможного нарушения устойчивости функционирования ИС.

Таким образом, анализ проблемы увеличения компьютерных атак на информационные системы различного назначения требует поиска наиболее эффективных способов применения имеющегося арсенала средств защиты информации, а также поиска новых приемов и методов обеспечения информационной безопасности. Разра-

ботанная модель распознавания компьютерных атак позволяет представить процесс защиты информации на основе теории распознавания образов с целью дальнейшего формального описания особенностей функционирования данной модели.

Библиографический список

1. Абашев А.Н, Пазухин В.А, Слышкин А.С. На шаг впереди киберпреступников // Information Security/Информационная безопасность. – 2015. – № 1. – С. 8–12.

2. Gemalto Releases Findings of 2014 Breach Level Index [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.gemalto.com/press/Pages/Gemalto-Releases-Findings-of-2014-Breach-Level-Index.aspx>

3. Мазин А.В., Клочко О.С. Анализ методов противодействия угрозам и атакам на вычислительные системы // Научные технологии в приборостроении и машиностроении и развитие инновационной деятельности в вузе: материалы всерос. науч.-техн. конф. – М., 2014. – Т. 3. – С. 71–75.

4. Климов С.М., Сычев М.П., Астрахов А.В. Противодействие компьютерным атакам. Методические основы // Электронное издание. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. – 108 с.

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ ОТОПЛЕНИЯ

Студент гр. КОБ-11-2 М.Н. Семаков
Научный руководитель – ассистент *П.В. Ефимов*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Современный мир – современный дом. Последние годы технология «умный дом» набирает обороты. Для обеспечения безопасности, энергосбережения и достижения максимального комфорта внедрение данной системы происходит все чаще.

Важной областью внедрения современных технологий является контроль климата. Основной задачей в этой области являются системы отопления, отвечающие современным требованиям. Под современными требованиями подразумеваются:

- высокая эффективность системы;
- экономичность;
- возможность автоматического регулирования и создания максимально комфортных условий проживания.

Отопительные системы разрешают одну из задач по созданию искусственного климата в помещениях. Они служат для поддержания заданной температуры воздуха во внутренних помещениях зданий в холодное время года.

В ситуациях, когда частный дом находится далеко за городом и в холодное время года им пользуются редко или не пользуются совсем, тогда встает вопрос о дистанционном мониторинге и управлении системой отопления. Современные автоматизированные системы позволяют сделать использование автономного отопления в частном загородном доме и коттедже более простым, надежным, рациональным и комфортным.

Дистанционная связь с блоком управления системой отопления может устанавливаться с помощью проводного или беспроводного соединения (рис. 1).

Проводные соединения часто бывают не доступны в тех районах, где располагаются загородные дома, а спутниковая связь будет дорогостоящим вариантом. В связи с этим самым распространенным вариантом дистанционного управления является GSM-канал связи.

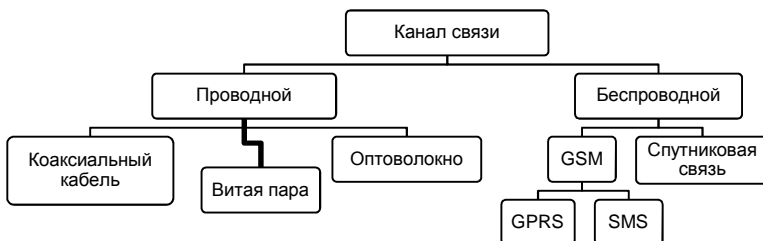


Рис. 1. Классификация каналов связи

Используя дистанционное управление отоплением по GSM, возможно:

- заранее прогреть загородный дом, собираясь посетить его в выходные и праздники;
- предотвратить промерзание труб в холодное время года;
- значительно снизить расход топлива за счет дистанционного переключения режимов отопления: настраивать котел на малую мощность, отправляясь на работу, и включать нормальный режим перед возвращением домой;
- всегда быть в курсе работы автономного отопления и при необходимости осуществлять его диагностику.

Рассмотрим систему управления отоплением, в которой доступ к управляющему воздействию имеет только хозяин дома (рис. 2). Цепь управления в такой системе будет состоять из 3 звеньев:

- блок управления;
- оператор сотовой связи;
- портативное устройство.

Основными функциями данной системы являются:

- контроль работоспособности системы отопления;
- мониторинг температуры воздуха в различных зонах дома;
- контроль подачи газа или другого топлива (например, пеллет) в отопительный котел;
- оповещение хозяина дома об аварийных ситуациях;
- возможность регулировки температуры котла с помощью SMS-команды.

Рассмотрим основные угрозы безопасности такой системы и определим наиболее актуальные, применив методику, разработанную ФСТЭК для систем по обработке персональных данных*.



Рис. 2. Дистанционное управление системой отопления

Актуальной считается угроза, которая может быть реализована и представляет опасность для системы. Подход к составлению перечня актуальных угроз состоит в следующем. Для оценки возможности реализации угрозы применяются два показателя:

- уровень исходной защищенности (Y_1);
- вероятность реализации рассматриваемой угрозы (Y_2).

Под уровнем исходной защищенности понимается обобщенный показатель, зависящий от технических и эксплуатационных характеристик системы.

Под вероятностью реализации угрозы понимается определяемый экспертным путем показатель, характеризующий, насколько вероятным является реализация конкретной угрозы безопасности для системы управления в складывающихся условиях обстановки. Вводятся четыре вербальных градации этого показателя.

- маловероятно (0);
- низкая вероятность (2);

* Методика определения актуальных угроз безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных / Федеральная служба по техническому и экспортному контролю (утв. зам. директора ФСТЭК России 14 февраля 2008 г.).

- средняя вероятность (5);
- высокая вероятность (10).

С учетом изложенного коэффициент реализуемости угрозы Y будет определяться соотношением $Y = (Y_1 + Y_2)/20$.

По значению коэффициента реализуемости угрозы Y формируется вербальная интерпретация реализуемости угрозы следующим образом:

- если $0 \leq Y \leq 0.3$, то возможность реализации угрозы признается низкой;
- если $0.3 < Y \leq 0.6$, то возможность реализации угрозы признается средней;
- если $0.6 < Y \leq 0.8$, то возможность реализации угрозы признается высокой;
- если $Y > 0.8$, то возможность реализации угрозы признается очень высокой.

Далее оценивается опасность каждой угрозы. При оценке опасности на основе опроса экспертов определяется вербальный показатель опасности. Этот показатель имеет три значения:

- низкая опасность, если реализация угрозы может привести к незначительным негативным последствиям;
- средняя опасность, если реализация угрозы может привести к негативным последствиям;
- высокая опасность, если реализация угрозы может привести к значительным негативным последствиям.

Проведя анализ угроз согласно вышеизложенной методике получим список актуальных угроз информационной безопасности дистанционного управления системой отопления:

- отрицательный баланс на SIM-карте в блоке управления;
- отключение напряжения электрической сети;
- выход из строя блока управления;
- блокирование злоумышленником GSM-сигнала в зоне блока управления;
- кража портативного устройства управления с целью негативного воздействия на систему отопления;
- подмена номера телефона на блоке управления;
- несанкционированный доступ к портативному устройству управления с целью негативного воздействия на систему отопления;

– неспособность устранить неисправность самостоятельно (в случае аварии);

– нахождение вне GSM-сети (нет покрытия, отсутствие баланса на телефоне, разряжена батарея и т.п.).

Рассмотрим каждую уязвимость более подробно.

Отрицательный баланс на SIM-карте в блоке управления. Данная угроза имеет очень высокую степень вероятности и может нанести достаточно серьезный ущерб из-за того, что хозяин дома не будет оповещен в случае аварийной ситуации. Особенностью данной угрозы является то, что она трудно обнаруживается. Самым простым и часто применяемым способом борьбы с данной угрозой является установка дополнительной SIM-карты в блок управления.

Отключение напряжения электрической сети также имеет очень высокую степень вероятности. Способом борьбы с данной угрозой будет любой вариант резервного электропитания, например, установка блока управления системой отопления с дополнительной встроенной аккумуляторной батареей.

Выход из строя блока управления – одна из самых опасных угроз безопасности. Во-первых, такая ситуация уже является аварийной, во-вторых, неисправность в блоке управления может негативно влиять на систему отопления (например, перегревать котел), в-третьих, хозяин дома не будет знать об этом. Решением в такой ситуации будет реализация системы с резервированием (например, дополнительный блок управления или резервное управление системой без электроники).

Блокирование злоумышленником GSM-сигнала в зоне блока управления – данная угроза относится уже к разряду преднамеренных негативных воздействий на систему отопления и дом в целом. Такой вариант возможен, если злоумышленник целенаправленно хочет нанести значительный ущерб, например, при заморозке дома в зимний период времени ущерб может достигать 10–30 % от стоимости дома. Вариантом борьбы с данной угрозой будет установка надежной системы безопасности в целом и более сложной системы управления отоплением в частности.

Кража портативного устройства управления с целью негативного воздействия на систему отопления, несанкционированный доступ к портативному устройству управления с целью негативного воздействия на систему отопления, подмена номера телефона на блоке

управления – все эти угрозы также относятся к преднамеренным негативным воздействиям. Основным способом противодействия будет реализация системы аутентификации на блоке управления и на портативном устройстве управления. Для более надежной системы защиты можно использовать блок управления с биометрической или аппаратной системой аутентификации.

Неспособность устранить неисправность самостоятельно (в случае аварии), нахождение вне GSM-сети (нет покрытия, баланс на телефоне, разряжена батарея и т.п.) – данные угрозы имеют высокую вероятность реализации и могут нанести серьезный ущерб. Лучшим вариантом противодействия будет использование более сложной и надежной системы дистанционного управления отоплением.

К более сложной системе дистанционного управления можно отнести вариант, когда к системе управления дополнительно подключается организация, которая осуществляет разработку и установку системы отопления. В таком случае сообщения об авариях может получать не только хозяин дома, но и специалист, который может дистанционно, изменив параметры, устранить неисправность или своевременно приехать на место аварии. Также дополнительно появляется возможность настроить функцию постоянного мониторинга состояния системы. В организации может быть установлено устройство, которое будет запрашивать состояние системы через определенные промежутки времени и в случае отсутствия ответа от контролируемого устройства сообщать об этом. Это поможет выявить такие угрозы, как:

- отрицательный баланс на SIM-карте в блоке управления;
- отключение напряжения электрической сети;
- выход из строя блока управления;
- блокирование злоумышленником GSM-сигнала в зоне блока управления.

В заключение хотелось бы отметить, что современные технологии сильно облегчают нашу жизнь, но при этом и создают большое количество угроз нашей безопасности.

БАЙЕСОВСКИЕ СЕТИ ДОВЕРИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ УГРОЗ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Студентка гр. КОБ-11-1 А.В. Овсянникова

Научный руководитель – заслуженный изобретатель РФ,

д-р техн. наук, профессор С.Ф. Тюрин

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Сегодня каждое предприятие подвергается тем или иным угрозам информационной безопасности. Угрозой является совокупность условий и факторов, создающих опасность нарушения безопасности информации. Основной замысел определения угроз информационной безопасности состоит в том, что при проведении аудита информационной безопасности происходит сбор сведений, на основе которых получают логические выводы, результатами которых являются факты, влекущие угрозы информационной безопасности. Далее происходит вычисление предикатов, на основе которых строится модель угроз, влекущих утечку информации. Таким образом, можно получить семантическую сеть для определения и оценки угроз информационной безопасности. Рассмотрим байесовскую сеть доверия для оценки угроз.

Суть байесовского подхода состоит в том, что рассматриваются степени доверия к возможным вероятностным моделям до получения данных. Степени доверия представляются в виде вероятностей. После получения информации с помощью теоремы Байеса рассчитываются новые значения вероятностей, отражающие степень доверия к вероятностным моделям на основе вновь полученных данных.

Графически байесовская сеть представляет собой направленный ациклический граф, где каждой вершине соответствуют определенная переменная $X = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}$, а ребра есть зависимости между этими переменными. Если ребро направлено от вершины A к B , то вершина A называется родителем B , соответственно B является потомком A . Множество всех вершин – предков вершины X_i – обозначается $\text{Parents}(X_i)$.

Каждая вершина характеризуется распределением условных вероятностей $P(X_i|\text{Parents}(X_i))$, которое количественно оценивает влияние «родителей» на эту переменную.

Для создания байесовской сети необходимо определить следующие параметры:

1) множества и предикаты:

– A – множество факторов;

– B – множество уязвимостей;

– C – множество угроз безопасности;

– D – множество тех вопросов, которые задает специалист для определения актуальности угроз;

– E – множество полученных ответов;

– $X(A,B)$ – предикат, определенный на множествах A и B , т.е. определяющий отношение «если имеет место фактор a , $a \in A$, то существует и угроза b »;

– $Y(B,C)$ – предикат, определенный на множествах B и C , определяющий отношение «если есть уязвимость b , то есть и угроза безопасности c »;

– $Z(D,E)$ – предикат, определенный на множествах D и E , определяющий отношение «отчетом на заданный вопрос d есть ответ e ».

2) Необходимые подмножества, а именно:

– $A_1 \in A$ – подмножество факторов A определяется на основе исходных данных о предприятии;

– $B_1 \in B$ – подмножество уязвимостей определяется с помощью предиката X ;

– $C_1 \in C$ – подмножество угроз информационной безопасности предприятия определяется с помощью предиката Y .

Для того чтобы определить безусловную вероятность события, необходимо задать условные вероятности всех $2n$ событий, от которых оно зависит при наличии n «предков». Следовательно, вероятность события y в зависимости от набора вершин X_i будет определяться следующим образом:

$$P(y|x_1 \dots x_n) = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - P(y|x_i)). \quad (1)$$

На рисунке представлен пример байесовской сети для оценки угроз. Рассмотрены для примера два фактора: наличие серверной комнаты и видеонаблюдения. Оценены уязвимости данных факторов и с помощью программы просчитаны возможные вероятности угроз.

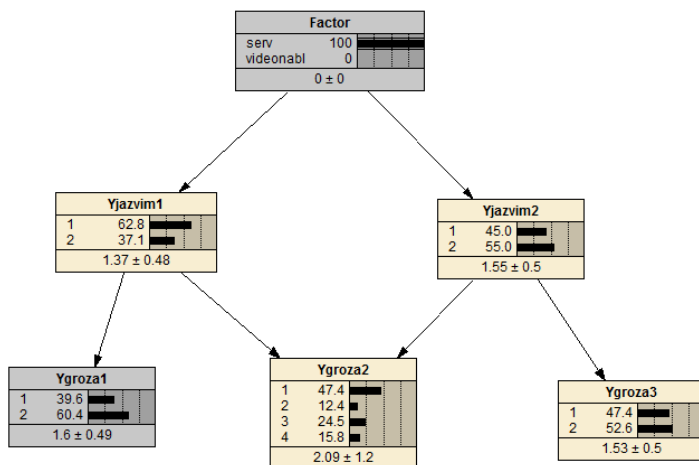


Рис. Пример структуры БД для оценки угроз безопасности

В результате применения данного метода можно определить актуальность и вероятность любой угрозы информационной безопасности. Данный подход позволяет привести действия по оценке угроз к единому алгоритму, а также избегать ошибок, вызванных действием человеческого фактора при экспертном анализе информационной системы.

Библиографический список

1. Плетнев П.В., Левкин И.В. Алгебраический подход к оценке информационной безопасности // Известия АлтГУ. – 2010. – № 1–2. – С. 124–127.
2. Байесовская сеть доверия [Электронный ресурс]. – URL: <http://ru.cybernetics.wikia.com>; http://ru.cybernetics.wikia.com/wiki/байесовская_сеть_доверия (дата обращения: 22.04.2015).
3. Семантическая сеть [Электронный ресурс]. – URL: <http://library.kiwix.org>; http://library.kiwix.org/wikipedia_ru_all.html (дата обращения: 23.04.2015).
4. Netica Application Software [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.norsys.com>; <http://www.norsys.com/download.html> (дата обращения: 23.04.2015).

О ВНЕДРЕНИИ ДОВЕРЕННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЫ ДЛЯ ГОРОДСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Студентка гр. КЗИ-12-16 Е.Е. Журилова

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *А.С. Шабуров*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Одной из актуальных проблем информационной безопасности, безусловно, является проблема разработки доверенной информационной среды для систем различного назначения. В общем случае доверие к информационной среде подразумевает уверенность в том, что продукт информационных технологий соответствует требованиям безопасности информации. Это может быть обеспечено как на основе априорных знаний или опыте эксплуатации продукта, или системы, так и с помощью их специальных исследований и определения свойств, существенных для сохранения состояния безопасности.

Особенно важно сохранение доверенной информационной среды для обеспечения безопасности информационно-управляющих и телекоммуникационных систем специального назначения, предназначенных для управления критически важными объектами. К критически важным системам можно отнести все системы, обеспечивающие функционирование городской инфраструктуры, в том числе электрические и тепловые сети, коммуникации, транспортные системы и т.п.

По мнению авторитетных источников, воздействие на критически важные системы будет одним из наиболее эффективных по результатам негативного и разрушительного влияния в ходе ведения кибернетических и информационных войн. При этом подготовка к проведению подобных информационных атак может вестись заблаговременно посредством внедрения вредоносных программ для получения потенциальной возможности контроля и уничтожения критически важных систем и объектов.

Согласно исследованиям около 90 % аппаратно-программных средств и операционных систем (ОС), задействованных в специализированных автоматизированных системах управления (АСУ), разработаны и произведены за рубежом, что делает актуальным вопрос недоверия к элементной базе, используемой в подобных системах [1].

Согласно недавним отчетам лаборатории Касперского, внедрение шпионских программ осуществлялось в жесткие диски крупнейших компаний Western Digital, Seagate, Toshiba и других ведущих производителей цифровых носителей информации. При этом способ внедрения вредоносного кода исключал возможность обнаружения и устранения скрытых недеklarированных возможностей (НДВ) традиционными средствами защиты информации [2].

Кроме того, ряд зарубежных программных средств поставляется без соответствующей документации, что не дает полной гарантии отсутствия программных закладок и скрытых вредоносных функций. Таким образом, разработанный военно-политическим руководством ряда государств широкий спектр методов и технологий информационного воздействия на отдельные средства вычислительной техники и на информационно-телекоммуникационные системы России ставит под угрозу безопасность информации, обрабатываемой этими средствами.

Системные угрозы безопасности незащищенных информационных потоков и сетей также подтверждены сотрудниками АНБ США Мэннингом и Сноуденом и особенно опасны для критически важных информационных государственных объектов и служб, а также инфраструктурных комплексов нашей страны.

В данных условиях проблема разработки собственных технологий и продуктов, замещения импортных компонентов информационных систем является достаточно острой, а исследования в области исследований процессов создания доверенной информационной среды являются необходимыми.

В настоящий момент можно выделить три класса угроз для информационных систем, без внедренной системы доверия и защиты:

1. Сбой работы информационной системы, в случае умышленно заложенных незапротоколированных функций в системотехнике или при ошибках разработчиков системотехники.

2. Несанкционированная подмена данных без вмешательства оператора за счет недокументированных специальных функций, встроенных в систему управления.

3. Несанкционированная подмена данных с участием оператора или других лиц.

Несмотря на известность угроз безопасности информации и многие примеры их реализации, теме доверенности городской инфраструктуры, выявлению уязвимостей в гражданских информационных средах и системах до сих пор не уделяется должного внимания.

Практический опыт показывает, что городская интеллектуальная транспортная система г. Москвы не защищена от подмены контента и данных, поступающих от IP-камер (как на оконечных устройствах, так и в центре мониторинга), не защищены от подмены контента и перехвата канала управления системы транспортных городских табло и информационных табло на остановках общественного транспорта. Кроме того, не защищена интеллектуальная система управления светофорами. Так, ущерб только от двух атак на систему видеofиксации ГИБДД в 2013 и 2014 гг. составил более 55 млн рублей, не считая затрат на их восстановление.

Объектовые системы оповещения, системы оповещения в школах и на других объектах социального назначения уязвимы не в меньшей степени. Так, коммерческая система IP-вещания компании «Гелари», находящаяся в сфере ответственности городского департамента СМИ и рекламы, использует американскую систему «Scala» для централизованного управления. Взломы данной программы в г. Киеве и других городах Европы доказывают, что «Scala» имеет не только заложенные «закладки», но и возможность переподключения, без ведома оператора, к центру управления в США.

Еще одним аргументом за создание доверенной информационной среды в городской инфраструктуре может стать возможность эффективного управления рисками для различных городских систем. Используя доверенное ПО, возможно обеспечить необходимый уровень безопасности для различных сфер жизни путем поддержания целостности результатов сравнения прогнозируемого и допустимого рисков.

Техническим решением по защите от умышленных и неумышленных атак является внедрение доверенных информационных систем. Доверенные информационные системы за счет внедрения доверенной аппаратной и программной среды способны обеспечить, с одной стороны, необходимую функциональность и доверие ко всем данным, а с другой стороны, – необходимый уровень защиты от современных атак и угроз, характерных для информационных систем. Обобщенная структура доверенной аппаратно-программной среды представлена на рисунке.

Поскольку оборудование и ПО, поставляемое из-за рубежа, сложно полностью проверить на наличие НДВ, да и сами производители неохотно идут на предоставление программных кодов для про-

верки и сертификации, наиболее приемлемым для обеспечения информационной безопасности можно считать отечественное оборудование и технологии.

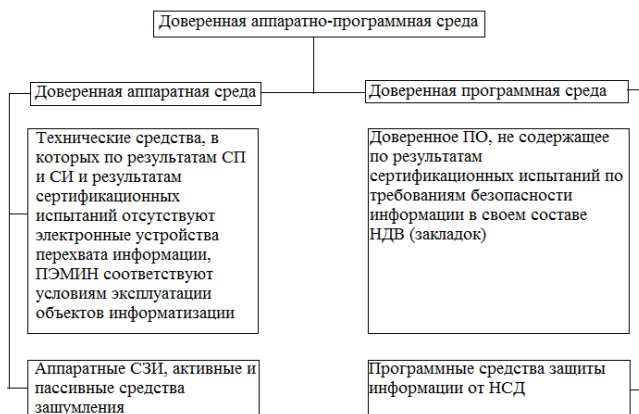


Рис. Структура доверенной аппаратно-программной среды

Так, предприятием ОАО «Концерн «Системпром» был разработан подход к оценке доверенности используемого программного обеспечения и аппаратно-программных средств, в котором главным критерием доверенности выступает информационная безопасность [3].

В качестве положительного примера практического создания и использования доверенной информационной среды можно привести совместное решение ФГУП РСВО и НТЦ «НАО-Про», реализованное сначала в г. Санкт-Петербурге, а затем дополнительно развернутое в г. Севастополе. Несмотря на многочисленные кибернетические атаки со стороны украинских и американских служб, данный многофункциональный комплекс городского IP-вещания, оповещения и мониторинга надежно работает.

Отдельно необходимо отметить, что в данном программно-аппаратном комплексе используется доверенная элементная база (проверенная лицензиатами на основании методик регулятора), не зависящая от элементной базы США и ЕС.

Доверие всей информационной системы в данном примере обеспечено комбинацией сразу нескольких блоков решения:

1) специальные аппаратно-программные блоки доверия для оконечных устройств (блок доверенной видеотрансляции, блок доверенной

системы звукового оповещения, блок доверенной системы мониторинга на основе доверенных IP-видеокамер и доверенных IP-датчиков). Данные блоки обеспечивают доверие (защиту от подмены) к первичным данным и информационному контенту, в том числе во время тревог и сигналов оповещения за счет использования лицензированных решений ЦП (ГОСТ);

2) блок обеспечения защищенных каналов управления (TLS-туннели), который обеспечивает защиту канала и команд управления как от перехвата, так и от подмены;

3) доверенный центр управления и доверенный мониторинг и анализ.

Для обеспечения доверенной загрузки целостной информационной среды, при удаленном доступе, и изолированного сетевого соединения с сервером приложений, например, используется система построения доверенной среды «ПОСТ». Согласно техническим документам эталон рабочей среды в данном случае загружается с защищенного носителя.

Еще одной российской компанией «Элвис-плюс» была разработана технология – базовый доверенный модуль (БДМ). БДМ-технология предназначена для построения доверенной вычислительной среды в различных информационных системах. Данный модуль соответствует всем международным стандартам и требованиям российских организаций – регуляторов требований по безопасности информации [4].

В 2014 г. на выставке по информационной безопасности «InfoSecurity Russia» компания «Setec» продемонстрировала линейку продуктов «Тринити», предназначенную для построения IT-инфраструктуры, защищенных «тонких клиентов». Главным преимуществом разработанного программного обеспечения является возможность работы пользователей в доверенной информационной среде.

Несмотря на положительные примеры, на данный момент для многих городских инфраструктурных проектов характерно использование не доверенных информационных сред, а простых сетевых решений. Это касается приложений и для государственных систем типа «Умный город» (район, школа), транспортных, городских систем IP-вещания и оповещения, ЖКХ и т.д., что ставит их под угрозу в условиях реальных кибернетических атак.

Таким образом, если ранее из-за высокой стоимости блоков доверия использование импортных решений было оправданно, то сейчас появились современные доверенные аппаратные открытые платформы (на элементной базе альтернативной зарубежным аналогам), которые могут быть проверены на корректность и доверие не только открытым сообществом, но регулятором. В свою очередь, обеспечение доверенности данных становится приоритетной государственной задачей, а решение проблемы создания доверенной программно-аппаратной среды сложных технических систем, особенно общественных и инфраструктурных, в условиях возрастающих угроз безопасности информации нельзя оставлять без внимания.

Библиографический список

1. Хабибуллин И.В. Основные проблемные вопросы создания доверенной программно-аппаратной среды для АСУ органов военного и государственного управления // Вопросы кибербезопасности. – 2014. – № 3(4).

2. Мэн Д. Russian researchers expose breakthrough U.S. spying program, 16.02.2015 // Reuters.com [Электронная газета]. – URL: <http://www.reuters.com/article/2015/02/16/usa-cyberspying-idUSL1N0V N15J20150216?feedType=RSS&feedName=marketsNews> (дата обращения: 25.04.2015).

3. Бородакий Ю.В. Доверенная среда – основа гарантированной безопасности // itsec.ru / Information Security/ Информационная безопасность. – 2013. – № 2. – URL: <http://www.itsec.ru/articles2/Oborandteh/doverennaya-sreda--osnova-garantirovannoy-bezopasnosti> (дата обращения: 25.04.2105).

4. Элвис-Плюс//elvis.ru: [персональный сайт компании «Элвис-Плюс»]. – Зеленоград, 2010. – URL: <http://elvis.ru/products/bdm> (дата обращения: 25.04.2015).

WINDOWS SERVER 2003. СЕТЕВЫЕ УГРОЗЫ И ИХ РЕАЛИЗАЦИЯ

Студенты гр. КОБ-11-2 С.Д. Зее, А.И. Тур

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *А.Н. Кокоулин*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Объектом исследования была выбрана ОС Windows Server 2003 Enterprise Edition Service Pack 2, разрешенная к использованию ФСТЭК России. Для эксперимента использовалась «чистая» ОС без сторонних приложений. В качестве атакующей ОС для данного случая была выбрана система Back Track 5 R3 – Black Hat Vegas 2012 Edition.

Для первичного анализа состояния защищенности ОС было принято решение провести сканирование портов с помощью Nessus (таблица).

Результаты сканирования

Порт	Открытость	Протокол	Всего уязвимостей	Критических уязвимостей
135	+	tcp	2	0
137	–	udp	1	0
139	+	tcp	2	0
445	+	tcp	11	2
1027	+	tcp	2	0

Результаты сканирования Nessus. Остановимся подробнее на критических уязвимостях, так как они позволяют реализовать наиболее значимые атаки, как, например, получения полного доступа к ОС или остановка ее сервисов. Мы, как видно из таблицы, обнаружили две критические уязвимости. Они расположены на порте 445, который отвечает за общие ресурсы, открывает удаленному пользователю доступ к жесткому диску.

Первая уязвимость – MS08-067: уязвимость в службе сервера делает возможным удаленное выполнение кода без прохождения проверки подлинности. Если попытка воспользоваться уязвимостью не удастся, это может также привести к сбою в файле Svchost.exe, и он повлияет на службу сервера (служба сервера предоставляет совместный доступ по сети к файлам, принтерам и именованным каналам) [1].

Вторая уязвимость – MS09-001: уязвимости в протоколе SMB делают возможным удаленное выполнение кода. Злоумышленник, воспользовавшийся ею, сможет устанавливать программы, просматривать, изменять, удалять данные или создавать новые учетные записи с неограниченными полномочиями [2].

Продолжая эксперимент, предположим, что никаких специальных защитных мероприятий администратор не проводит и использует сервер «так, как он есть». Следовательно, вышеописанные уязвимости никак не блокируются. Попробуем ими воспользоваться. Для атаки воспользуемся встроенным в Back Track 5 Metasploit v4.4.0-dev и Armitage v1.44-dev.

Metasploit Project – проект, посвященный информационной безопасности. Создан для предоставления информации об уязвимостях, помощи в создании сигнатур для IDS, создания и тестирования эксплойтов. Принцип работы в данной программе основан на использовании командной строки для сканирования «жертвы» и дальнейших манипуляций эксплойтами (компьютерная программа, фрагмент программного кода или последовательность команд, использующие уязвимости в программном и системном обеспечении). Зачастую такая организация работы является неудобной из-за громоздкости команд и используемых каталогов.

Armitage по своей сути является графическим интерфейсом Metasploit, призванным облегчить использование эксплойтов. Он позволяет в привычном для пользователей Windows окне проводить все операции с помощью диалоговых окон и контекстных меню, избегая использование консоли. Armitage способен в один клик определить все подходящие эксплойты и автоматически заполнять все требуемые поля для выбранного. Для начала введем адрес атакуемой ОС и проведем сканирование, чтобы подтвердить полученную информацию по открытым портам (рис. 1).

```
[*] Auxiliary module running as background job
[*] 192.168.0.1:139 - TCP OPEN
[*] 192.168.0.1:135 - TCP OPEN
[*] 192.168.0.1:445 - TCP OPEN
[*] Scanned 1 of 1 hosts (100% complete)
```

Рис. 1. результаты сканирования портов программой Armitage

Как видим, порты 135, 139 и 445 открыты (1027 порт отсутствует в списке, так как является резервным и не несет на себе никакой нагрузки – для атак в случае стандартной компоновки атакуемой ОС не используется).

Далее обнаружим эксплойты и активируем их с помощью связки команд Find Attacks и Nail Mary меню Attacks. Если это действие завершилось успешно, то можно считать, что попытка взлома удалась. Осталось выбрать из контекстного меню интересующую нас атаку или возможность использования уязвимости.

В данном эксперименте Armitage автоматически «зацепился» к серверу, воспользовавшись эксплойтом ms08_067_netapi. Этот эксплойт использует синтаксическую ошибку в пути следования кода NetAPI32.dll через сервисы сервера. Уязвимость существует из-за ошибки в библиотеке netapi32.dll при обработке RPC-запросов в службе Server. Удаленный пользователь может с помощью специально сформированного RPC-запроса вызвать переполнение буфера в стеке и вызвать отказ в обслуживании системы или выполнить произвольный код на целевой системе с привилегиями учетной записи SYSTEM [3]. Для начала получим изображение с монитора сервера. Для этого выполним Meterpreter 1/Interact/Desktop (VNC). Данная функция позволяет получить скриншот экрана атакуемого компьютера. Аналогичным способом можно получить доступ к изображению с вебкамеры (рис. 2).

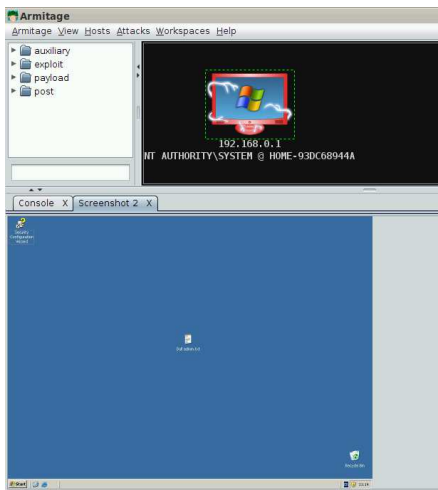


Рис. 2. Скрин экрана атакуемого компьютера

Далее попробуем запустить sniffер, который будет передавать нам информацию, вводимую на атакуемом компьютере. В контекстном меню выберем Meterpreter 1/Explore/Log Keystore. В нижней час-

ти экрана можно отслеживать состояние sniffера. Как только он будет готов, начнется считывание нажимаемых клавиш.

Для теста создадим текстовый документ на сервере и начнем его заполнять (рис. 3).



Рис. 3. Текст для теста sniffера

В это время на экране sniffера можно видеть отчет по нажимаемым клавишам (рис. 4).

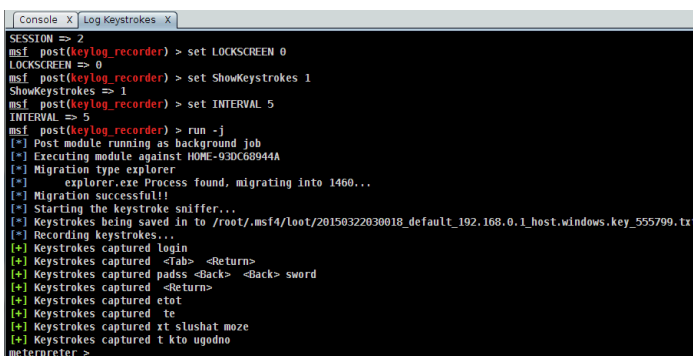


Рис. 4. Работа sniffера

Данную функцию можно использовать для кражи информации типа «логин/пароль», отслеживать действия пользователя в случае, если требуется определить его действия в режиме реального времени.

Следующим этапом будет получение доступа к файловой системе сервера. Для этого выполним Meterpreter 1/Explore/Browse Files. В нижней части экрана откроется браузер файловой системы (рис. 5).

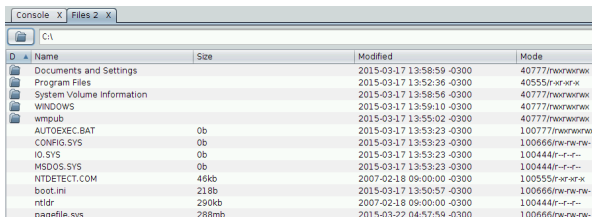
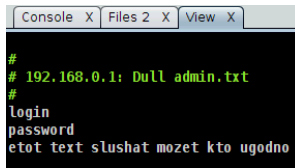


Рис. 5. Доступ к файловой системе сервера

Давайте попробуем открыть текстовый файл, который создали для предыдущего теста (рис. 6).

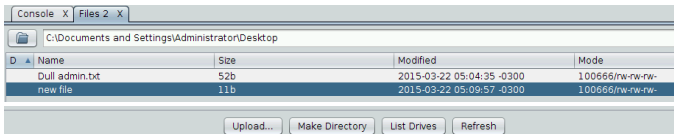


```
Console X Files 2 X View X
#
# 192.168.0.1: Dull admin.txt
#
login
password
etot text slushat mozet kto ugodno
```

Рис. 6. Просмотр содержания файла сервера

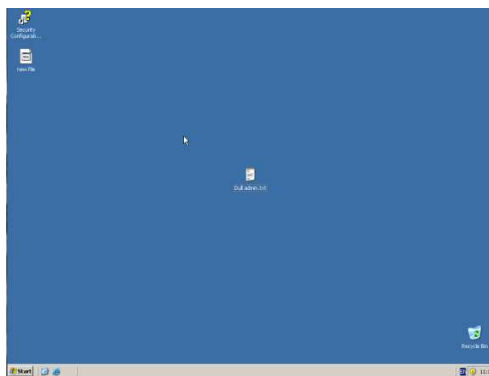
Эту уязвимость можно использовать не только для кражи «чужих» файлов с интересующей нас информацией, но и для загрузки своих на атакуемый компьютер. Эти файлы могут представлять собой различные утилиты, способные «шпионить» за зараженным компьютером, навязывать ему определенные действия или просто выводить из строя ПО и ОС. Попробуем загрузить на рабочий стол сервера простой текстовый файл, созданный в Back Track.

Для этого откроем интересующую нас директорию – рабочий стол (директорию можно при необходимости создать самому) и загрузим файл. В результате мы получаем следующее (рис. 7, а, б).



a

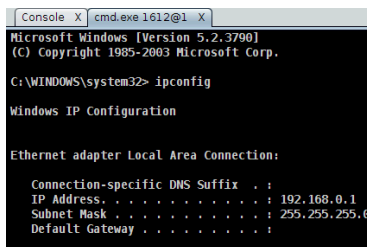
Рис. 7. Загрузка файла (вид из Armitage) (а)



б

Рис. 7. Окончание. Загрузка файла (вид из Windows Server 2003) (б)

Следующим этапом попробуем перехватить управление сервером, «захватив» его командную строку. Для этого выполним Meterpreter 1/Interact/Command Shell. В нижней части экрана нам открывается эмуляция консоли сервера. Для теста проверим его сетевые настройки с помощью команды ipconfig (рис. 8).



```
Console X | cmd.exe 1612@1 X
Microsoft Windows [Version 5.2.3790]
(C) Copyright 1985-2003 Microsoft Corp.

C:\WINDOWS\system32> ipconfig

Windows IP Configuration

Ethernet adapter Local Area Connection:

    Connection-specific DNS Suffix  . :
    IP Address. . . . . : 192.168.0.1
    Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
    Default Gateway . . . . . :
```

Рис. 8. Доступ к командной строке сервера

Данную уязвимость можно использовать для запуска загруженных, как показано в предыдущем тесте, файлов, запуска приложений или сервисов, открывающих необходимые нам уязвимости, ну или просто для «мелкого хулиганства» на атакуемой машине (остановка работы листнера базы данных и пр.)

Как показал наш эксперимент, используя уязвимость MS08-067, можно выполнять любые действия с Windows Server 2003, необходимые злоумышленнику. Поэтому использование чистой системы, не применяя каких-либо действий по защите (своевременная установка обновлений, блокирование неиспользуемых портов, правильная настройка и использование фаервола и т.д.), не гарантирует безопасности работы на такой машине. Используя свободно распространяемые программы, возможно нарушение работы сетей в подобных случаях.

Библиографический список

1. Бюллетень по безопасности (Майкрософт) MS08-067 – Критическое [Электронный ресурс] // Microsoft. – URL: <https://technet.microsoft.com/ru-ru/library/security/ms08-067.aspx> (дата обращения: 01.04.2015).
2. Бюллетень по безопасности (Майкрософт) MS09-001 – Критическое [Электронный ресурс] // Microsoft. – URL: <https://technet.microsoft.com/ru-ru/library/security/ms09-001.aspx> (дата обращения: 05.04.2015).
3. Подробности уязвимости MS08-067 [Электронный ресурс] // SecurityLab.ru. – URL: <http://www.securitylab.ru/analytcs/361827.php> (дата обращения: 06.04.2015).

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ГРАФОВ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ И ОЦЕНКИ ЕЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Студентка гр. КОБ-11-1 Н.С. Крапчатова

Научный руководитель – заслуженный изобретатель РФ,
д-р техн. наук, профессор *С.Ф. Тюрин*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

В современном обществе большую ценность представляет конфиденциальная информация, которая обеспечивает прибыль предприятий и сохранность их работоспособности. Хищение такой информации приводит к убыткам компании или ее ликвидации с рынка конкуренции. Следовательно, информационная безопасность и создание эффективной системы защиты предприятия являются актуальной темой на сегодняшний момент.

Система защиты информации – это совокупность органов и/или исполнителей, используемая ими техника защиты информации, а также объекты защиты, организованные и функционирующие по правилам, установленным соответствующими правовыми, организационно-распорядительными и нормативными документами по защите информации [1]. Оценка эффективности системы защиты информации тесно связана с возникновением угроз безопасности. Теория случайных процессов лежит в основе аналитических методов расчета показателей надежности и эффективности. Зачастую предполагается, что рассматриваемые процессы протекают в системах с экспоненциальным распределением интервалов времени, являются марковскими, т.е. при которых вероятность перехода системы в новое состояние зависит только от состояния системы в настоящий момент и не зависит от того, когда и каким образом система перешла в это состояние [6]. Это позволяет получать аналитические выражения или конструктивные схемы для расчета различных показателей эффективности и надежности [4].

Рассмотрим применение марковской модели для оценки воздействия угроз безопасности на систему защиты информации. Воздействия угроз на элементы системы защиты в общем виде носят случайный характер и могут привести к двум исходам [3]:

- благополучный исход, если цель воздействия угроз на систему защиты не достигнута;
- неблагоприятный исход во всех остальных случаях.

Следовательно, в качестве критерия оценки безопасности конфиденциальной информации можно принять вероятность благополучного исхода при воздействии на систему защиты угроз. Обозначим вероятность успеха через p . Вероятность противоположного события, т.е. вероятность неблагоприятного исхода, будет равна q . Указанные события составляют полную группу независимых событий. Тогда

$$p + q = 1. \quad (1)$$

Переход системы защиты информации из одного состояния в другое зависит от определенных причин, которые, в свою очередь, являются случайными, так как возникают в произвольные моменты времени. Любая особая ситуация может привести как к благополучному, так и неблагоприятному исходу для конфиденциальной информации с учетом успешности или неуспешности работы системы защиты по парированию последствий появления таких ситуаций.

Введем следующие вероятности: q_i – вероятность возникновения i -й ситуации; r_i – вероятность парирования последствий ситуации; \bar{r}_i – вероятность непарирования последствий.

Тогда для определения вероятностей p_i и q_i представим последовательность переходов системы защиты информации от одного (исходного) состояния к другому марковским случайным процессом со счетным множеством состояний и непрерывным временем. Такое представление обусловлено следующими допущениями:

- в исходном состоянии системы защиты информации находятся в нормальном состоянии;
- последовательность возникновения особых ситуаций i -го вида является простейшим потоком с интенсивностью λ_i ;
- интенсивность благополучного исхода обозначена через $\lambda_i r_i$, а неблагоприятного – $\lambda_i \bar{r}_i$.

Сущность метода расчета вероятностей p_i и q_i при использовании марковского процесса состоит в том, что неизвестные вероятности определяются из решения дифференциальных уравнений, которые описывают этот процесс [3].

Предположим, что возможные состояния системы защиты информации в процессе воздействия угроз определены и известны направления ее случайных переходов из одного состояния в другое. Тогда можно построить логическую схему, а именно граф состояния системы защиты, которая при известных вероятностях перехода

системы из состояния в состояние представляет собой логико-вероятностную модель. На рис. 1 представлена логическая схема воздействия на систему защиты одной i -й угрозы [3, 4].

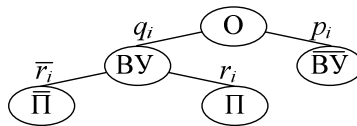


Рис. 1. Граф воздействия на систему защиты одной i -й угрозы

Система защиты информации может находиться в следующих состояниях (см. рис. 1), где O – начальное (исходное) состояние системы; $\overline{ВУ}$ – состояние, когда i -я угроза не проявляется с вероятностью p_i ; $ВУ$ – состояние, когда i -я угроза проявляется с вероятностью q_i ; $П$ – состояние парирования внутренней угрозы с вероятностью r_i ; $\overline{П}$ – состояние непарирования последствий проявления угрозы с вероятностью \overline{r}_i .

Состояния $\overline{ВУ}$ и $П$ являются благополучными исходами при воздействии i -й угрозы на систему, а состояние $\overline{П}$ – неблагоприятным. Исходя из этого, вероятность благополучного исхода i -й угрозы на систему защиты:

$$P_{\overline{бу}_i} = p_i + q_i r_i, \quad (2)$$

а вероятность неблагоприятного исхода

$$Q_{\overline{бу}_i} = q_i \overline{r}_i. \quad (3)$$

Данные вероятности образуют полную группу событий:

$$P_{\overline{бу}_i} + Q_{\overline{бу}_i} = 1. \quad (4)$$

Рассмотренный граф (см. рис. 1) построен относительно воздействия одной угрозы на систему защиты информации. Однако угрозы безопасности превышают данное количество.

Построим граф воздействия n угроз на системы защиты информации. При этом очередная угроза воздействует на систему только после успешного парирования предыдущей. Процесс перехода системы из одного состояния в другое происходит до тех пор, пока она не окажется в состоянии непарирования угрозы, т.е. успешной реализации злоумышленником угроз. Объединим состояние не проявления угрозы с начальным, так как в этих ситуациях система защиты нахо-

дится в состоянии покоя. Также для наглядности благополучный исход парирования воздействия i -й угрозы можно представить в виде процесса возвращения системы защиты в исходное состояние. На рис. 2 представлен полученный граф состояния системы при воздействии на нее n независимых угроз [2].

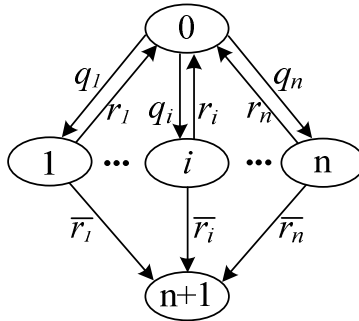


Рис. 2. Граф состояния системы при воздействии на нее n независимых угроз

Из рис. 2 видно, что при любом i -м воздействии система может оказаться с вероятностью r_i в исходном состоянии, которое соответствует успешному парированию i -й угрозы, и с вероятностью \bar{r}_i в состоянии $n+1$, которое соответствует реализации злоумышленником i -й внутренней угрозы, т.е. состояние непарирования i -й угрозы.

Состояние перехода системы защиты из i -го в j -е состояние является случайным и характеризуется вероятностью P_{ij} . Для каждого состояния известны вероятности перехода системы в любое другое состояние, следовательно, можно составить матрицу переходных вероятностей вида [2]:

$$\|P_{ij}\| = \begin{vmatrix} q_{00} & q_1 & \dots & q_i & \dots & q_n & 0 \\ r_1 & q_{11} & \dots & 0 & \dots & 0 & \bar{r}_1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_n & 0 & \dots & 0 & \dots & q_{nn} & \bar{r}_n \\ 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 1 \end{vmatrix}, \quad (5)$$

где $q_{00} = 1 - q_{\Sigma}$.

Используя рис. 2 и матрицу (5), определим вероятности переходов системы в любое i -е состояния для исходных данных, характеризующих вероятности состояний в начальный момент:

$$P_0(0) = 1, P_1(0) = \dots = P_i(0) = \dots = P_n(0) = P_{n+1}(0) = 0.$$

После первого шага получаем:

$$P_0(1) = 1 - q_\Sigma, P_1(1) = q_1, \dots, P_i(1) = q_i, \dots, P_n(1) = q_n. \quad (6)$$

Вероятности состояний после второго шага определяются по формуле полной вероятности, при этом должна выполняться гипотеза о том, что система защиты первого шага может быть в любом из возможных состояний. Тогда матрица переходных вероятностей после k -го шага будет иметь вид:

$$P_i(k) = \sum_{j=1}^k P_j(k-1)P_{ij}, \quad (7)$$

где $i = 1, 2, \dots, k$.

Следовательно, полученные вероятности после второго шага с учетом преобразований будут иметь вид:

$$\begin{aligned} P_0(2) &= (1 - q_\Sigma)^2 + \sum_{i=1}^n q_i r_i; P_1(2) = (1 - q_\Sigma)q_1, \dots, P_i(2) = \\ &= (1 - q_\Sigma)q_i; \dots, P_n(2) = (1 - q_\Sigma)q_n; P_{n+1}(2) = \sum_{i=1}^n q_i \bar{r}_i. \end{aligned} \quad (8)$$

Аналогичным образом находятся вероятности и для следующих шагов, которые необходимо узнать.

Разберем случай воздействия на систему защиты двух независимых угроз безопасности. Из рис. 3. следует, что: состояние «0» – угрозы безопасности не проявились; состояние «1» – появление первой угрозы с вероятностью q_1 , и парирование ее и переход в состояние «0» осуществляются с вероятностью r_1 ; состояние «2» – появление первой угрозы с вероятностью q_2 , и парирование ее, и переход в состояние «0» осуществляются с вероятностью r_2 ; состояние «3» – удачная реализация угроз. В состоянии «3» система защиты может перейти из состояния «1» с вероятностью \bar{r}_{13} и состояния «2» с вероятностью \bar{r}_{23} .

Согласно рис. 3. и (5) составим матрицу переходных вероятностей:

$$\|P_{ij}\| = \begin{vmatrix} 1 - q_\Sigma & q_1 & q_2 & 0 \\ r_1 & 0 & 0 & \bar{r}_{13} \\ r_2 & 0 & 0 & \bar{r}_{23} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}, \quad (9)$$

где $q_\Sigma = q_1 + q_2$.

Пусть дано: $q_1 = 0,4$; $q_2 = 0,2$; $r_1 = 0,6$; $r_2 = 0,4$. Для исходных данных, с учетом вероятностей в начальный момент, найдем вероятности после первого и второго шага соответственно (6) и (9).

Получим следующую матрицу (рис. 4).

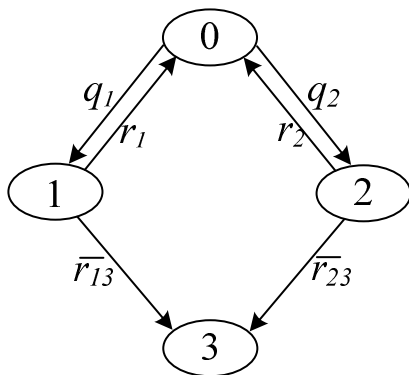


Рис. 3. Граф состояния системы при воздействии на нее двух независимых угроз

$$P_{k,i} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0.4 & 0.4 & 0.2 & 0 \\ 0.48 & 0.16 & 0.08 & 0.28 \end{pmatrix}$$

Рис. 4. $P_i(k)$ при $k = 0.2$ в программе Mathcad 15

По рассмотренному материалу и с учетом вычислений можно сделать несколько выводов:

- после первого шага система защиты не переходит в состояние успешной реализации угрозы, что соответствует благополучному исходу;

- система защиты информации может оказаться в ситуации успешной реализации угрозы безопасности, т.е. в состоянии непарирования системы защиты проявленной угрозе, уже после второго шага. При этом вероятность такого состояния зависит как от вероятности появления угроз безопасности, так и от вероятности парирования им, которая, в свою очередь, является показателем эффективности работы системы защиты информации;

- с увеличением номера шага возрастает и вероятность перехода системы защиты в состояния непарирования угроз безопасности.

Библиографический список:

1. ГОСТ Р 50922–96. Защита информации. Основные термины и определения. Госстандарт России. – М., 1996.
2. Пушкарев В.В., Пушкарев В.П. Защита информационных процессов в компьютерных системах: учеб. пособие. – М., 2012. – 131 с.
3. Росенко А.П. Внутренние угрозы безопасности конфиденциальной информации: методология и теоретические исследование. – М.: КРАСАНД. 2010 – 160 с.
4. Тюрин С.Ф. Надежность систем автоматизации: учеб. пособие. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2012. – 262 с.
5. Тюрин С.Ф., Сторожев М.С. Надежность систем управления: учебно-метод. пособие. Перм. нац. исслед. политехн. ун-т. – Пермь, 2014. – 79 с.
6. Современные проблемы науки и образования [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.science-education.ru/121-17558> (дата обращения: 22.04.2015).

РАСШИРЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ СЕТЕЙ LONWORKS

Студенты гр. КОБ-11-1 А.А. Осенков, А.А. Черников

Научный руководитель – канд. техн. наук,
доцент *И.И. Безукладников*

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Для автоматизации зданий используются локальные управляющие сети. Они широко применяются в системах освещения, вентиляции, кондиционирования, отопления, а также в охранных и пожарных сигнализациях. Наиболее распространенной является сеть LonWorks, которая разработана компанией Echelon в 1991 г.

Для управления и контроля системами здания возможно использовать удаленный доступ к узлам сети, поэтому технология LonWorks становится все более интегрированной с сетью Интернет. Это удобно для настройки и поддержания работоспособности сети, но по причине интеграции возникает множество угроз безопасности. Например, человек может напрямую атаковать устройства сети LonWorks. Существует много проблем безопасности из-за слабого механизма защиты: использование короткого ключа, передача данных в открытом виде. Так как протокол LonTalk имеет слабый механизм защиты, злоумышленник может легко атаковать системы автоматизации здания через Интернет. Поэтому вопрос о повышении безопасности сетей LonWorks становится особо важным. На текущий момент меры по обеспечению безопасности не достаточно эффективны.

LONSEC. Для того чтобы повысить безопасность сети LonWorks, предлагается расширение LonSec, который должен удовлетворять требованиям:

- конфиденциальности, целостности;
- аутентификации обоих участников коммуникации;
- защиты передачи данных (передаваемых данных);
- сложного управления ключами;
- надежного механизма распределения ключей.

LonWorks-сеть может содержать несколько доменов, в то время как домен может содержать много подсетей. Для реализации LonSec в каждый домен и подсеть вводится блок безопасности (ББ).

В ББ включаются следующие два блока:

– блок связи. Блоком связи реализуются функции коммуникации, шифрования и дешифрования.

– блок управления ключами (сервер ключей). Блоком управления ключами реализуются функции распределения, генерации секретных ключей.

Между ББ организуется иерархическая связь: каждый ББ может включать в себя несколько ББ более низкого уровня. Такие объекты находятся в отношении предка (объект более близкий к корню) к потомку (объект более низкого уровня), при этом возможна ситуация, когда у предка не имеется потомков или имеется их несколько, тогда как у потомка обязательно только один предок.

В каждом домене содержится ББ, имеющий потомков. В каждом ББ подсети хранятся ключи для всех узлов в подсети. Топология показана на рис. 1.

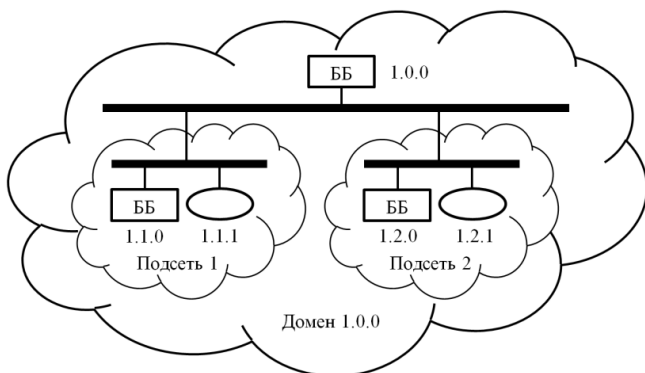


Рис. 1. Топология

Обеспечение безопасности связи в LONSEC. *Шифрование в LonSec.* В устройствах LonWorks имеются ограничения по вычислительной мощности, поэтому необходимо выбрать оптимальный алгоритм шифрования. Ввиду этого возможно использовать алгоритм симметричного шифрования AES и алгоритм криптографического хеширования SHA-1.

Ключи в LonSec. В LonWorks используются два вида адресации: одноадресная и многоадресная. Для этих видов адресации в LonSec используются разные ключи. Сеансовый ключ используется при шифровании данных для одноадресной рассылки, который действи-

телен только в течение одной сессии. После того как сессия закончилась, соответствующий ключ считается недействительным. Групповой ключ используется при шифровании данных для многоадресной рассылки, который используется совместно с членом группы и извлекается из соответствующего ББ.

Для безопасного получения сеансового или группового ключа должен быть передан в зашифрованном виде. Таким образом, у каждого узла совместно с соответствующим ББ имеется узловой ключ K . Из-за соображений безопасности узловой ключ не используется для шифрования сообщения. Вместо этого для шифрования данных используется динамический ключ K^* , который рассчитывается по узловому ключу K и одноразовому коду (случайному числу) N^* по формуле

$$K^* = E(K, N^*). \quad (1)$$

Безопасность многоадресной рассылки. Предположим, что узлом A устанавливается соединение с группой G , он нуждается в групповом ключе K_G и текущем групповом значении счетчика C_G .

Кроме того, значение счетчика должно быть синхронизировано. Если узлом обнаруживается, что значение его счетчика не синхронизировано, то узлом может увеличиться значение счетчика на небольшое число. Если эта попытка неудачна, узел может послать сообщение с запросом ресинхронизации значения счетчика ($A_Group_Resync_Request$) к соответствующему ББ. В ответ на запрос ББ передается сообщение с текущим значением счетчика ($A_Group_Resync_Response$) на запрашивающее устройство. Схема аутентификации при многоадресной рассылке показана на рис. 2.

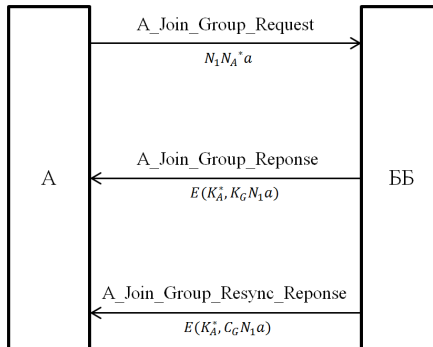


Рис. 2. Схема многоадресной рассылки

Безопасность одноадресной рассылки. Предположим, что узлом A для связи в безопасном режиме с узлом B устанавливается сессия. Таким образом, необходим сеансовый ключ K_{AB} , чтобы зашифровать сообщение между узлами A и B .

Кроме того, ББ должен передать сеансовый ключ сначала узлу B , чтобы избежать того, что узел A пошлет сообщение ($A_Auth_Connect_Request$) перед тем, как узел B получит сеансовый ключ. В противном случае узел B не сможет ответить узлу A . Схема аутентификации при одноадресной рассылке показана на рис. 3.

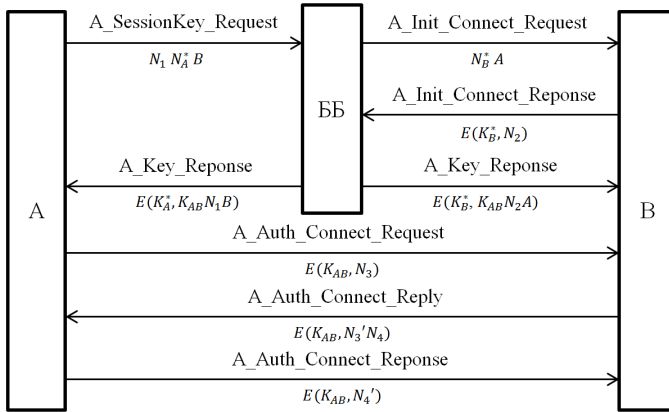


Рис. 3. Схема одноадресной рассылки

Управление ключами в LONSEC. Тем не менее, если оба участника коммуникации находятся в различных подсетях, безопасная связь не может быть установлена из-за ББ, у которого не имеется узлового ключа второго участника коммуникации. Чтобы решить эту ситуацию, ББ обмениваются информацией между собой.

Предположим, что узлом A (адрес 1.1.1) в подсети 1 устанавливается сеанс с узлом B (адрес 1.2.2) в подсети 2 (рис. 4).

Узлом A посылается сообщение с запросом на получение сеансового ключа ($A_SessionKey_Request$) соответствующему ББ $S_{1.1.0}$ (адрес 1.1.0).

После получения этого сообщения, ББ $S_{1.1.0}$ посылается сообщение ($A_Init_Connect_Request$) узлу B .

Узлом B генерируется одноразовый код N , который отправляется ББ $S_{1.1.0}$. Одноразовый код N зашифровывается с помощью узло-

вого ключа K_B . ББ $S_{1.1.0}$ не может расшифровать сообщение, не владея узловым ключом K_B .

Чтобы получить ключ, ББ $S_{1.1.0}$ посылается сообщение (A_PrivateKey_Request) его предку – ББ $S_{1.0.0}$. В сообщении содержится одноразовый код и адрес узла B , который зашифровывается при помощи ключа $K_{S_{1.1.0}}$. Этот ключ является общим для ББ $S_{1.1.0}$ и $S_{1.0.0}$.

Для данного запроса ББ $S_{1.0.0}$ посылается сообщение (A_PrivateKey_Request) ББ $S_{1.2.0}$.

Затем ББ $S_{1.2.0}$ возвращается узловой ключ K_B ББ $S_{1.0.0}$ в сообщении (A_Key_Response).

Затем ББ $S_{1.0.0}$ отправляется узловой ключ K_B ББ $S_{1.1.0}$.

После получения ключа, ББ $S_{1.1.0}$ расшифровывается сообщение (A_Init_Connect_Response), а затем генерируется сеансовый ключ K_{AB} , который отправляется обоим участникам коммуникации.

Пересылка группового ключа аналогична пересылке узлового ключа. Если ББ не отвечает за группу, то он пересылает запрос своему предку – ББ. В отличие от узлового ключа используется сообщение (A_GroupKey_Request). Если принимающий ББ отвечает за группу, он посылает групповой ключ и текущее значение счетчика запрашивающему ББ. В противном случае он пересылает запрос.

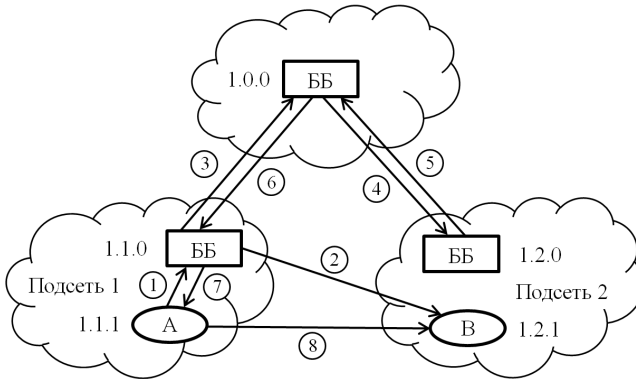


Рис. 4. Пересылка ключей

Заключение. В качестве повышения безопасности сети LonWorks предлагается расширение LonSec для протокола LonTalk. LonSec основывается на алгоритме шифрования AES. Это расширение не значительно влияет на производительность сети. Кроме этого,

из-за сложного управления ключами обеспечивается аутентификация обоих участников коммуникации. За счет надежного механизма распределения ключей обеспечивается должный уровень защиты при передаче данных.

Библиографический список

1. Тирш Ф. Введение в технологию LonWorks: пер. с англ. – М.; Энергоатомиздат, 2001. – 144 с.

2. Дитрих Д., Лой Д., Швайнциер Г.-Ю. ЛОН-технология. Построение распределенных приложений: пер. с нем. / под ред. О.Б. Низамудинова. – Пермь: Звезда, 1999. – 424 с.

3. Официальный сайт AICIT [Электронный ресурс] // A Security Extension to LonWorks/LonTalk Protocol. – URL: <http://www.aicit.org/JDCTA/pp1/JDCTA2935PPL.pdf> (дата обращения: 30.04.2015).

ИССЛЕДОВАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ КОНТРОЛЛЕРОВ СКУД HID VERTX

Студент гр. КЗИ-12-1 Р.Б. Рашевский

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *А.С. Шабуров*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Системы контроля и управления доступом (СКУД) являются основным компонентом систем физической безопасности различных объектов. СКУД позволяют организовать ограниченный доступ на защищаемую территорию, идентифицировать входящих и выходящих лиц, вести учет рабочего времени и т.д. На сегодняшний день рынок СКУД – один из самых динамично развивающихся в отрасли обеспечения безопасности: появляются новые способы идентификации (биометрические системы), новые виды радиочастотных идентификаторов, обладающих повышенной защищенностью к взлому и копированию и т.д.

Центральным компонентом СКУД является контроллер, который выполняет функции управления конечными исполнительными устройствами (напрямую или через промежуточные интерфейсные модули), ведения базы данных идентификаторов и событий и взаимодействия с управляющим сервером посредством каналов передачи данных [1]. Одной из новейших линеек контроллеров на рынке СКУД является линейка контроллеров VertX от компании HID Global, одной из крупнейших транснациональных корпораций в сфере безопасности.

HID Global позиционирует продуктовую линейку VertX как средство обеспечения физической безопасности крупных объектов с распределенной инфраструктурой и филиальной сетью. В состав продуктовой линейки входят контроллеры V1000, V2000 и интерфейсные модули V100, V200, V300 [2]. Контроллер V1000 имеет два независимых интерфейса RS-485, предназначенных для подключения интерфейсных модулей управления точками доступа (V100), мониторинга тревожных входов ОПС (V200) и управления различными исполнительными устройствами (V300). Контроллер V2000 является интеграцией контроллера V1000 и интерфейсного модуля V100 в одном корпусе.

Производителем заявляются следующие характеристики контроллера VertX V1000:

- центральный процессор с архитектурой ARM и частотой 100 МГц;

- 32 МБ оперативной памяти;
- ОС на базе ядра Linux;
- возможность подключения до 64 считывателей через интерфейсные модули V100;
- сетевой интерфейс FastEthernet для подключения к управляющему серверу;
- возможность управления через веб-интерфейс.

В рамках данной статьи будут рассмотрены ключевые аспекты безопасности СКУД, построенных на базе контроллеров HID VertX V1000.

Согласно официальной документации первичная настройка контроллеров V1000 выполняется с помощью веб-интерфейса. Подключение к контроллеру выполняется по защищенному протоколу HTTPS, таким образом, все передается в зашифрованном виде. Однако в контроллерах VertX используется самоподписанный сертификат (рис. 1), что создает потенциальную уязвимость для атак типа «человек посередине» [3].

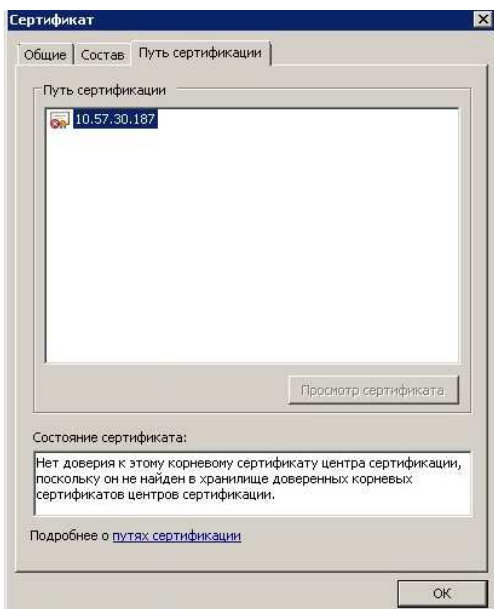


Рис. 1. Самоподписанный сертификат, используемый в контроллерах HID VertX

При первом подключении к веб-интерфейсу используются имя пользователя и пароль согласно документации: «admin» и «» (значение пароля по умолчанию не задано) [4].

В рамках первичной настройки контроллеров VertX предполагается изменение сетевых параметров контроллера (назначение статического IP-адреса или включение опции поддержки DHCP). При этом изменить настройки можно только в том случае, если будет задан новый пароль учетной записи, что, несомненно, отвечает требованиям безопасности.

Помимо базовой функциональности, через веб-интерфейс доступен функционал просмотра информации о самом контроллере и подключенных к нему интерфейсных модулях, управления работой интерфейсных модулей и т.д. (рис. 2).

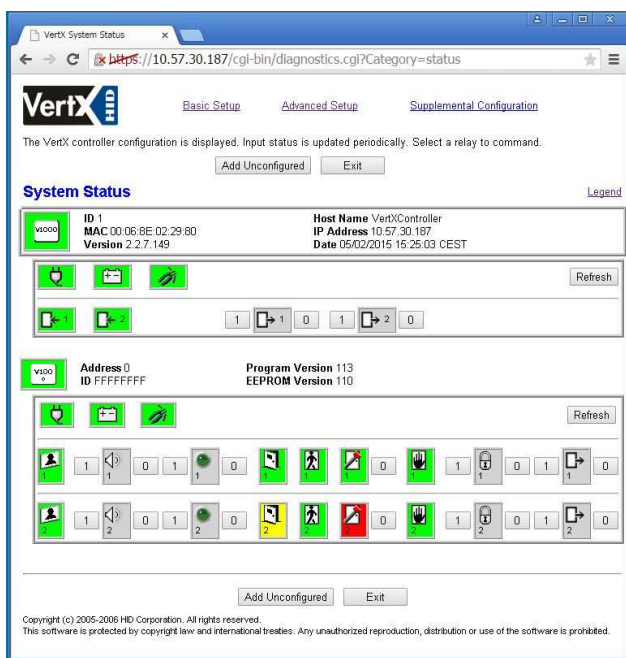
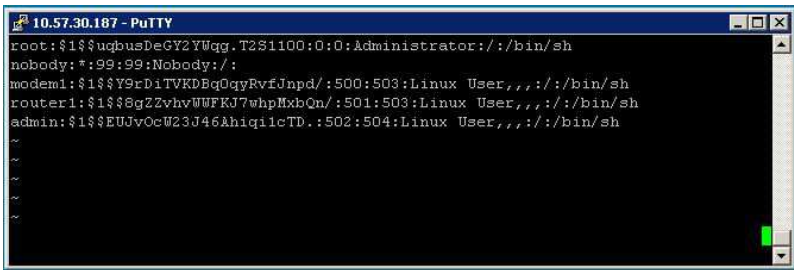


Рис. 2. Веб-интерфейс контроллеров HID VertX V1000

В целях упрощения процесса инсталляции и конфигурирования на контроллерах VertX по умолчанию включена поддержка протоколов Telnet и FTP. Подключившись по протоколу Telnet к контроллеру

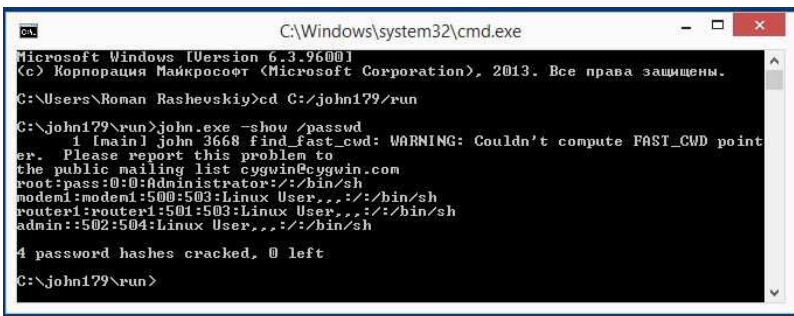
VertX и введя данные учетной записи администратора, можно получить доступ к командной строке. Через доступный интерфейс командной строки можно обнаружить файл «passwd» (который является стандартным для всех UNIX-подобных операционных систем), содержащий список учетных записей и MD5-хэшей паролей. Исходя из содержимого файла «passwd», можно сделать вывод о том, что помимо учетной записи *admin* в системе присутствуют недокументированные учетные записи *modem1*, *router1* и, что самое важное, *root* (рис. 3).



```
10.57.30.187 - PuTTY
root:$1$ucqbusDeGY2YUqg.T281100:0:0:Administrator:/:/bin/sh
nobody:!:99:99:Nobody:/:
modem1:$1$Y9rDiTVKDBqQyRvfJnpd/:500:503:Linux User,,,:/bin/sh
router1:$1$8gZ2ZyhwWUFKJ7whpMxbQn/:501:503:Linux User,,,:/bin/sh
admin:$1$EUJvOcW23J46Ahiqi1cTD.:502:504:Linux User,,,:/bin/sh
~
~
~
~
```

Рис. 3. Содержимое файла «passwd» с информацией о недокументированных учетных записях *router1*, *modem1* и *root*

С помощью утилиты «John The Ripper» были получены значения паролей из MD5-хэшей ко всем учетным записям контроллера VertX (рис. 4).



```
C:\Windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [Version 6.3.9600]
(c) Корпорация Майкрософт (Microsoft Corporation), 2013. Все права защищены.
C:\Users\Roman Rashevskiy>cd C:/john179/run
C:\john179\run>john.exe -show /passwd
! main! john 3668 find_fast_cwd: WARNING: Couldn't compute FAST_CWD point
er. Please report this problem to
the public mailing list cygwin@cygwin.com
root:pass:0:0:Administrator:/:/bin/sh
modem1:modem1:500:503:Linux User,,,:/bin/sh
router1:router1:501:503:Linux User,,,:/bin/sh
admin:502:504:Linux User,,,:/bin/sh
4 password hashes cracked, 0 left
C:\john179\run>
```

Рис. 4. Значения паролей ко всем учетным записям VertX, установленные по умолчанию

На основании анализа файла «passwd» можно сделать вывод о том, что на всех когда-либо выпущенных контроллерах семейства VertX по умолчанию присутствуют следующие учетные записи с за-

данными паролями: *router1* – *router1*, *modem1* – *modem1*, *root* – *pass*. Таким образом, с помощью недокументированной учетной записи *root* можно получить несанкционированный доступ с правами супер-администратора к СКУД под управлением контроллеров VertX. Дальнейший анализ показал, что база данных идентификаторов пользователей (RFID-идентификаторы, TouchMemory и пр.) хранится в файле «IdentDB» в незашифрованном виде (рис. 5).

```
00000000 00 26 3F 95 00 00 00 00 00 00 00 00 .&?.....
0000000C 00 00 00 00 01 00 00 00 FE 00 00 00 .....
00000018 00 00 00 00 00 26 3F 96 00 00 00 00 .....&?.....
00000024 00 00 00 00 00 00 00 00 03 00 00 00 .....
00000030 FE 00 00 00 00 00 00 00 00 26 3F 9F .....&?.
0000003C 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 .....
00000048 05 00 00 00 FE 00 00 00 00 00 00 00 .....
00000054 00 26 3F 8E 00 00 00 00 00 00 00 00 .&?.....
00000060 00 00 00 00 07 00 00 00 FE 00 00 00 .....
0000006C 00 00 00 00 .....
```

Рис. 5. Содержимое файла «IdentDB» с выделенными номерами идентификаторов пользователей

Другими словами, получив несанкционированный доступ к интерфейсу командной строки VertX V1000, можно получить полный доступ к базе данных идентификаторов с возможностью как чтения, так и записи в нее.

Таким образом, контроллеры СКУД HID VertX V1000 имеют серьезные проблемы с безопасностью, что может подвергнуть угрозе функционирование СКУД в целом. Использование данных контроллеров без проведения дополнительных работ, связанных с устранением выявленных проблем, в промышленных СКУД не представляется возможным.

Библиографический список

1. Гинце А.А. Обзор решений СКУД для небольшого офиса // Каталог СКУД. Антитерроризм. – 2012. – С. 33–40.
2. VertX Access Controllers [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.hidglobal.com/products/controllers/vertx> (дата обращения: 30.04.2015).
3. Атака Man-in-The-Middle [Электронный ресурс]. – URL: <https://business.kaspersky.ru/ataka-man-in-the-middle-chelovek-posededine- chego/1985/> (дата обращения: 30.04.2015).
4. VertX V1000/2000 & V100/200/300 Installation Guide. – HID Global. – Austin, 2012.

ПУЛЬТ ОПОВЕЩЕНИЯ ОПЕРАТОРА СИСТЕМЫ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ НА БАЗЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА MSP430

Студент гр. КЗИ-12-1 Р.Б. Рашевский

Научный руководитель – старший преподаватель *В.А. Гурко*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

На сегодняшний день системы видеонаблюдения являются неотъемлемой частью современных систем охраны. Видеонаблюдение позволяет осуществлять удаленный визуальный контроль и фиксацию нарушений, что в полном объеме невозможно реализовать никакими другими средствами [1].

Вместе с тем с популяризацией систем видеонаблюдения резко возросла нагрузка на операторов – в ряде случаев оператор вынужден контролировать изображение, поступающее более чем с 25 видеокамер, а иногда количество видеокамер на одного оператора превышает 100 штук. Однако объективно оператор системы видеонаблюдения способен контролировать изображение, поступающее не более чем с 8 видеокамер [2]. Таким образом, несмотря на развитие систем видеонаблюдения, улучшения их ключевых характеристик, мы сталкиваемся с падением эффективности современных систем видеонаблюдения в целом.

Для решения этой проблемы производители систем видеонаблюдения предлагают системы аппаратной и программной видеоаналитики, которые позволяют снизить нагрузку на оператора системы видеонаблюдения [3]. Существующие системы видеоаналитики позволяют обнаруживать движение в кадре, пересечение «виртуальной» линии охраняемого периметра, выполняют распознавание лиц людей, находящихся в кадре, производят подсчет количества людей и т.д.

Несмотря на высокий уровень развития современных систем видеоаналитики, ключевым элементом системы видеонаблюдения остается оператор, который должен обнаружить срабатывание системы видеоаналитики, проанализировать инцидент и принять конечное решение. В рассмотренном сценарии поведения оператора системы видеонаблюдения «узким местом» является обнаружение срабатывания системы видеоаналитики.

В современном программном и аппаратном обеспечении для видеорегистрации в качестве реакции на срабатывание системы видеоаналитики могут быть заданы такие действия, как начало записи, сохранение кадра, увеличение определенной области кадра, фокусировка на определенный объект в кадре и т.д. [4]. Однако для обнаружения срабатывания системы видеоаналитики оператором системы видеонаблюдения требуется подача аудиовизуального сигнала, способного привлечь внимание человека.

В рамках данной статьи будет представлен один из способов построения пульта оповещения оператора системы видеонаблюдения о срабатывании системы видеоаналитики с использованием микроконтроллера семейства MSP430.

Рассмотрим сегмент системы IP-видеонаблюдения, построенной по эффективному подходу. В состав данного сегмента входят 4 видеокамеры, Ethernet-коммутатор с поддержкой стандарта PoE, система хранения данных (СХД) и автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора системы видеонаблюдения (рис.1). Для реализации пульта оператора системы видеонаблюдения были выбраны видеокамеры HikVision DS-2CD4224F-IZS. Выбор данных видеокамер обусловлен следующими факторами:

- наличие системы аппаратной видеоаналитики с функциями обнаружения движения, пересечения «виртуальной» линии периметра, лиц людей, расфокусировки изображения и др.;

- наличие двух пар «сухих контактов», работающих в режимах «тревожного входа» и «тревожного выхода».

Также отметим, что встроенное программное обеспечение видеокамер HikVision позволяет в качестве реакции на событие системы видеоаналитики настроить замыкание «сухих контактов», работающих в режиме «тревожного выхода».

Концепция рассматриваемого в статье пульта оповещения оператора системы видеонаблюдения основывается на подключении «сухих контактов» видеокамер HikVision DS-2CD4224F-IS к контактам микроконтроллера. В качестве микроконтроллера был выбран микроконтроллер MSP430G2553 компании TexasInstruments в PDIP корпусе с 20 контактными ножками. Выбор данного корпусного исполнения обусловлен необходимостью программирования микроконтроллера с использованием отладочной платы, имеющей соответствующие контакты.

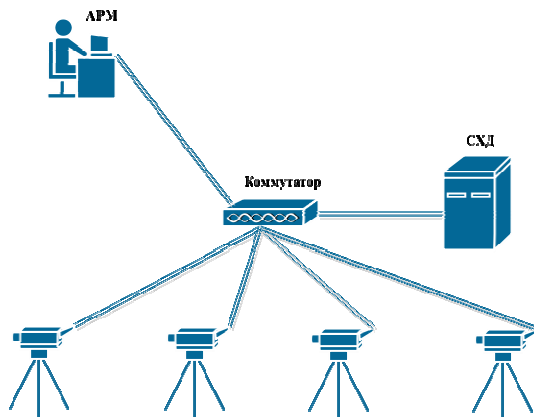


Рис. 1. Общая схема сегмента системы IP-видеонаблюдения

Контакты микроконтроллера будут задействованы следующим образом (рис. 2):

- 4 контакта для подключения «сухих контактов» видеокамер;
- 4 контакта для подключения светодиодов, выполняющих функцию визуального оповещения оператора системы видеонаблюдения;
- 1 контакт для подключения пьезодинамика, выполняющего функцию звукового оповещения оператора системы видеонаблюдения.

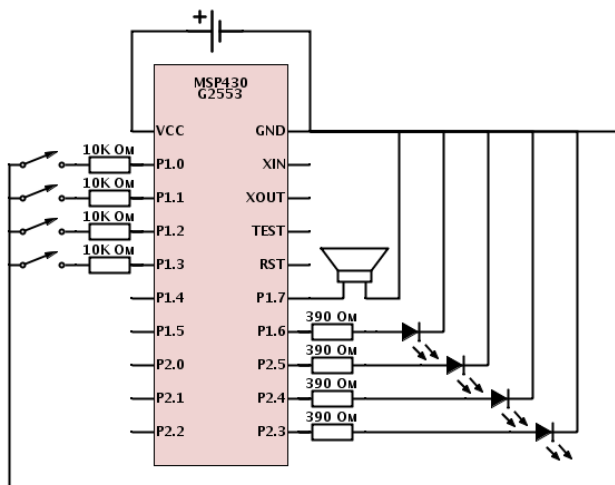


Рис. 2. Схема подключения контактов микроконтроллера MSP430G2553

Для программирования микроконтроллера MSP430G2553 использовалась среда разработки с открытым исходным кодом Energia IDE. В данной среде разработка ведется на Си-подобном языке программирования высокого уровня [5]. В рамках реализации пульта оповещения оператора системы видеонаблюдения был запрограммирован следующий циклический алгоритм работы микроконтроллера:

- проводится последовательный опрос каждого из входных контактов микроконтроллера (P1.0 – P1.3);
- если какой-либо из входных контактов оказался замкнут, то подается напряжение на выходной контакт пьезодинамика (P1.7) и соответствующего светодиода (P1.6, P2.3 – P2.5).

Приведенный выше циклический алгоритм работы микроконтроллера был реализован на языке программирования среды разработки Energia IDE (рис. 3), после чего перенесен в память микроконтроллера с помощью отладочной платы MSP430 LaunchPad G2.

```
void setup() {  
    pinMode(P1_6, OUTPUT);  
    pinMode(P2_5, OUTPUT);  
    pinMode(P2_4, OUTPUT);  
    pinMode(P2_3, OUTPUT);  
    pinMode(P1_0, INPUT_PULLUP);  
    pinMode(P1_1, INPUT_PULLUP);  
    pinMode(P1_2, INPUT_PULLUP);  
    pinMode(P1_3, INPUT_PULLUP);  
}  
  
void loop() {  
    if (digitalRead(P1_0) == LOW) {  
        digitalWrite(P1_6, HIGH);  
        tone(P1_7, 440, 200);  
    }  
    else {  
        digitalWrite(P1_6, LOW);  
    }  
    if (digitalRead(P1_1) == LOW) {  
        digitalWrite(P2_5, HIGH);  
        tone(P1_7, 440, 200);  
    }  
    else {  
        digitalWrite(P2_5, LOW);  
    }  
    if (digitalRead(P1_2) == LOW) {  
        digitalWrite(P2_4, HIGH);  
        tone(P1_7, 440, 200);  
    }  
    else {  
        digitalWrite(P2_4, LOW);  
    }  
    if (digitalRead(P1_3) == LOW) {  
        digitalWrite(P2_3, HIGH);  
        tone(P1_7, 440, 200);  
    }  
    else {  
        digitalWrite(P2_3, LOW);  
    }  
}
```

Рис. 3. Исходный код алгоритма модуля оповещения

В рамках данной статьи был рассмотрен пример использования микроконтроллера MSP430G2553 в PDIP-корпусе с 20 контактными ножками, который позволяет выполнить подключение до 6 IP-видеокамер к одному модулю оповещения, что является достаточным для применения только в небольших системах видеонаблюдения. На практике в более крупных системах видеонаблюдения возможно применение контроллеров MSP430G2553 в VQFN-корпусе с 32 контактными ножками, что позволит существенно увеличить количество подключаемых к модулю оповещения IP-видеокамер.

Таким образом, представленный в данной статье пульт оповещения эффективно выполняет функцию подачи аудиовизуального сигнала для оповещения оператора системы видеонаблюдения в случае срабатывания систем видеоаналитики, что позволяет снизить нагрузку на оператора системы видеонаблюдения и повысить общую эффективность системы видеонаблюдения.

Библиографический список

1. Драневич А.А. Развитие системы видеонаблюдения города Минска // Технологии безопасности. – 2011. – № 2. – С. 8–9.

2. Попов А.О видеонаблюдении вообще, о современной технике и подготовке операторов в частности // Технологии защиты. – 2014. – № 5. – С. 32–36.

3. Птицын Н.В. Видеоаналитика для торговых сетей и транспортных узлов. Решаемые задачи и достижимые показатели точности // Технологии безопасности. – 2012. – № 1. – С. 23–25.

4. Крутиков А.О. Современные средства видеоаналитики в цифровой системе безопасности VideoNet // Технологии безопасности. – 2012. – № 1. – С. 30–32.

5. Getting Started with Energia. [Электронный ресурс]. – URL: <http://energia.nu/guide/> (дата обращения: 30.04.2015)

ЭФФЕКТИВНЫЙ ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ СИСТЕМ IP-ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ

Студент гр. КЗИ-12-1 Р.Б. Рашевский

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *А.В. Поликов*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Системы видеонаблюдения являются неотъемлемой частью современных систем охраны. Видеонаблюдение позволяет осуществлять удаленный визуальный контроль и фиксацию нарушений, что в полном объеме невозможно реализовать никакими другими средствами [1]. За свою более чем 50-летнюю историю развития системы видеонаблюдения прошли длинный путь развития: от первых аналоговых систем до современных цифровых систем IP-видеонаблюдения [2].

При этом системы IP-видеонаблюдения, получившие широкое распространение 10–15 лет назад, на сегодняшний день активно развиваются как в части улучшения ключевых характеристик видеоизображения (разрешение, временные задержки, методы компрессии и передачи и т.д.), так и в части внедрения нового функционала (аппаратный и программный видеонализ, интеграция с системами СКУД и ОПС и т.д.) [3].

В рамках данной статьи будет рассмотрен новый подход к построению современных систем IP-видеонаблюдения, который позволит существенно сократить капитальные затраты и издержки, а следовательно, совокупную стоимость системы видеонаблюдения.

Аналоговые системы видеонаблюдения последнего поколения строились на основе аналоговых видеокамер, а ядром таких систем являлись цифровые видеорегистраторы (англ. DVR – Digital Video Recorder), имеющие аналоговые интерфейсы для подключения видеокамер. Цифровые видеорегистраторы осуществляли оцифровку аналогового сигнала и запись цифрового видеоизображения на жесткий диск. За счет наличия в цифровых видеорегистраторах встроенных сетевых Ethernet-интерфейсов имелась возможность интеграции аналоговых систем видеонаблюдения с локальными вычислительными сетями общего назначения для организации удаленных автоматизированных

мест (АРМ) операторов и удаленного мониторинга системы видеонаблюдения [4]. Общая схема построения аналоговой системы видеонаблюдения представлена на рис. 1.

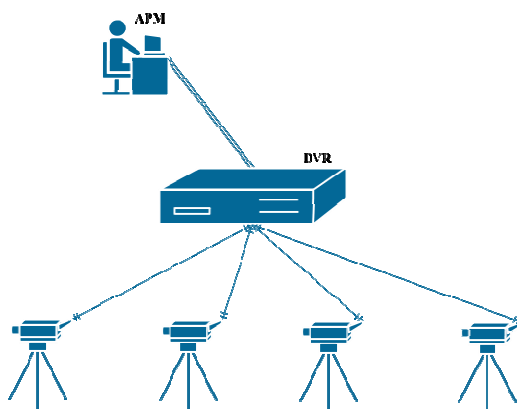


Рис. 1. Общая схема построения аналоговой системы видеонаблюдения

Появление цифровых систем IP-видеонаблюдения позволило сократить трудовые и временные затраты на развертывание системы видеонаблюдения за счет использования существующей сетевой инфраструктуры. Более того, применение технологии «PoE» (Power over Ethernet) позволило упростить с технической точки зрения сам процесс инсталляции системы видеонаблюдения за счет использования одной кабельной линии, как для приема/передачи сигнала, так и для питания конечных устройств [5]. Важно отметить, что совокупная стоимость системы IP-видеонаблюдения зачастую значительно ниже совокупной стоимости системы аналогового видеонаблюдения [6].

Ядром систем IP-видеонаблюдения является сетевой видеорегистратор (NVR – Network Video Recorder), в качестве которого может быть использовано специализированное аппаратное устройство или компьютер с установленным специальным программным обеспечением.

Цифровые видеокамеры подключаются к одному из Ethernet-интерфейсов видеорегистратора через сетевой коммутатор. Общая схема построения цифровой системы IP-видеонаблюдения представлена на рис. 2.

Вне зависимости от типа системы видеонаблюдения видеореги-стратор выполняет следующие функции [7]:

- анализ видеоизображения (обнаружение движения, пересече-ние линии охраны периметра т.д.) и событийная запись видеоизобра-жения на жесткий диск;
- управление видеокамерами (удаленная настройка характери-стик видеосигнала, управление PTZ-механизмами и т.д.).

Стоимость аппаратных и программных систем видеорегистрации достаточно высока, и зачастую стоимость видеорегистратора может превышать совокупную стоимость всех IP-видеокамер в системе IP-видеонаблюдения [8]. Однако применение современных IP-видео-камер в системе IP-видеонаблюдения позволяет отказаться от приме-нения видеорегистраторов.

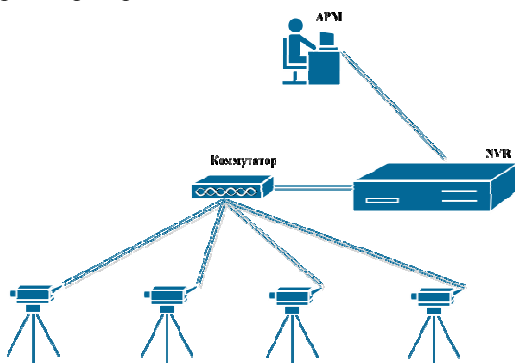


Рис. 2. Общая схема построения классической цифровой системы IP-видеонаблюдения

Рассмотрим функциональные возможности современных IP-видеокамер. В контексте данной статьи ключевыми функциями являются [9]:

- поддержка протоколов работы с сетевыми хранилищами дан-ных (СХД) NFS и SMB;
- аппаратная видеоаналитика;
- поддержка «двойного потока» (два независимых видеопотока с индивидуальными настройками разрешения, кодека и т.д.);
- поддержка стандартизированных протоколов удаленного управления PSIA и ONVIF.

Благодаря наличию функции анализа видеоизображения и поддержки протоколов работы с сетевыми хранилищами данных событийная запись видеоизображения может осуществляться напрямую с IP-видеокамеры на СХД. Более того, использование «двойного потока» и протоколов удаленного управления позволяет с помощью бесплатного программного обеспечения организовать АРМ-оператора системы видеонаблюдения с возможностью просмотра изображения с IP-видеокамер в режиме реального времени и управления ими [10].

Общая схема системы IP-видеонаблюдения без сетевого видеорегистратора представлена на рис. 3.

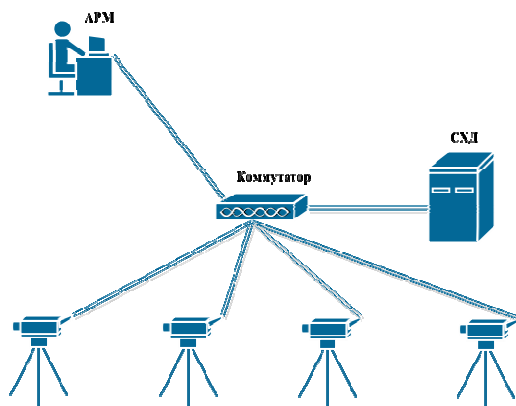


Рис. 3. Общая схема построения системы IP-видеонаблюдения нового поколения

На основании изложенного выше материала можно сделать вывод о том, что реализация приведенной на рис. 3 схемы позволит существенно сократить капитальные затраты и издержки, а следовательно, совокупную стоимость системы видеонаблюдения.

Библиографический список

1. Драневич А.А. Развитие системы видеонаблюдения города Минска // Технологии безопасности. – 2011. – № 2. – С. 8–9.
2. The History of Video Surveillance [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.wecusurveillance.com/cctvhistory> (дата обращения: 30.04.2015).

3. Елизаров В.В. Централизованные системы управления физической безопасностью // Технологии безопасности. – 2012. – № 1. – С. 33–34.
4. Мурниекс П. Концепция модернизации существующих аналоговых систем // Системы безопасности. – 2013. – № 3. – С. 50–52.
5. Колтун Н.Н. Развитие систем «Безопасный город» и городских СВН в Республике Беларусь // Технологии безопасности. – 2014. – № 1. – С. 14–16.
6. Исследование сравнения общей стоимости видеосистем основанных на аналоговых и IP-решениях [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.aktivsb.ru/info1177.html> (дата обращения: 20.01.2015).
7. Коробков А.А. Что необходимо массовому NVR? // Системы цифровой видеорегистрации. – 2013. – №2. – С. 32–33.
8. Арсентьев М. Три в одном: видеорегистраторы до 16 каналов // Системы безопасности. – 2014. – № 2. – С. 56–80.
9. Пирогов А. Рынок мегапиксельных IP-видеокамер: тренды, технологии, новинки, новые бренды // Системы безопасности. – 2013. – № 2. – С. 40–44.
10. Олейник И.В. Бесплатное ПО для видеокамер // Системы безопасности. – 2011. – № 6. – С. 24–28.

АНАЛИЗ УГРОЗ, СВЯЗАННЫХ С НЕСАНКЦИОНИРОВАННЫМ ВЫПОЛНЕНИЕМ ПРОГРАММНОГО КОДА В МОДУЛЬНОЙ ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ

Канд. техн. наук, доцент М.В. Тюлькин
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Зачастую при разработке крупного программного продукта предусматривается будущее расширение его функционала и возможностей с помощью системы модулей, иногда именуемых плагинами (от англ. plug-in, от plug in «подключать»). Под плагином понимается динамически подключаемый к основной программе модуль, который осуществляет взаимодействие с основной программой через заранее определенный программный интерфейс (далее – API). Плагин чаще всего является динамически и независимо-подключаемым по отношению к основной программе, т.е. основная программа может успешно работать и без него, но не наоборот.

Для программных продуктов, разрабатываемых с помощью компилируемых языков программирования, плагины чаще оформляются в виде динамически подключаемых библиотек: dll-файлов в операционных системах (далее – ОС) Windows или so-файлов в ОС Linux. Для программных продуктов на интерпретируемых языках программирования плагины оформляются как библиотеки кода, которые включаются в основную программу путем прямого включения исходного кода плагина во время выполнения программы.

Однако дальнейшее рассмотрение угроз, которые могут быть реализованы через систему плагинов, будет вестись относительно плагинов первого типа, так как данный анализ будет более общим.

Первая угроза является очевидной и заключается в том, что подключение плагина есть санкционированный способ внедрения стороннего кода в исполняемый процесс основной программы [1]. Разумеется, данный сторонний код может содержать вредоносный программный код, который в какой-то момент работы основной программы получает управление через API. С учетом того, что плагин работает в рамках процесса основной программы, он получает доступ ко всем данным, доступным данному процессу, и пользуется привилегиями и режимом доступа пользователя, от имени которого был

запущен процесс основной программы в ОС, т.е. область памяти процесса со всеми конфиденциальными данными в ней доступна для чтения, а отдельные области еще и для модификации [2].

Иным вариантом данной угрозы инъекции программного кода может быть то, что плагин имеет свою систему плагинов и подключает другие плагины во время выполнения программы или включает дополнительные зависимости от сторонних библиотек с кодом, которые могут и содержать пусть не вредоносный код, а потенциально уязвимый или опасный, т.е. увеличение исполняемого кода ведет к увеличению потенциальных угроз в нем.

Данная проблема обретает иной характер, если основная программа не хранит конфиденциальных данных в своей памяти, но выполняет какие-то важные процедуры или функции, несанкционированный запуск которых носит критический характер. Например, запуск какого-то внешнего автомата, обработка банковской транзакции, анализ документа. Злоумышленника тут могут интересовать либо восстановление кода данной критичной функции как интеллектуальной ценности с последующим оформлением этого кода в отдельный программный продукт и получением какой-либо выгоды с помощью него, либо запуск данной функции на некотором защищаемом объекте с целью как-либо повлиять на информационный процесс, протекающий в данном объекте.

Восстановление кода таких функций с целью их несанкционированного запуска в основной программе очень затруднено из-за процедуры компиляции исходного кода на языке программирования в машинные коды процессора, которая носит характер однонаправленной по аналогии с хеш-функцией, который возникает из-за усечения машинных кодов вследствие различных процедур оптимизации, заложенных в компилятор [2].

Однако, получая доступ к памяти процесса и оперируя в рамках и правах самого процесса основной программы, код плагина может передать управление на начало критичной к запуску функции и тем самым выполнить эту функцию. Далее задача эксплуатации этой уязвимости сводится к вычислению точки входа в данную функцию и подготовке соответствующих условий ее выполнения (нужные данные в стеке, регистрах и т.д.), что намного проще, чем задача полного обратного инжиниринга основной программы или искомой функции и затем последующего ее повторения в виде отдельной программы,

поскольку доступ к памяти процесса открывает широкие возможности по его (процесса) анализу и отладке, в том числе и по сигнатурному сканированию. Возможен и иной поход, когда адрес искомой функции вычисляется и затем начало кода искомой функции в области основной программы заменяется переходом на программный код плагина. Либо подменяется адрес вызова в таблице виртуальных функций (см. далее) и вызов данной функции передаст управление на код плагина, который, следуя уже далее вложенной в него логике, может передавать управление оригинальной функции или нет, возвращая управление основной программе. В этом случае реализуется контроль вызова критичной функции со стороны кода плагина, т.е. возможно выключение или блокировка какого-либо функционала основной программы плагином без ее ведома.

Задача вычисления адресов функций для программ, написанных на компилируемых языках программирования, значительно упрощается, если в них был реализован подход объектно-ориентированного программирования и через API для плагинов передается непосредственно указатель на объект, имеющий в своем составе критичные методы (функции) [3]. Из-за особенностей реализации ООП и возможности полиморфизма [4], которую предусматривает данная парадигма, компилятор вынужден создавать такой объект в памяти программы, как таблица виртуальных функций, хранящая адреса каждой функции (метода класса) в едином месте в строго заданном формате. Через указатель на объект определенного класса вычисляется адрес таблицы виртуальных функций для данного класса, а затем и адрес каждой функции (метода).

Даже если через API не был передан непосредственно указатель на класс, имеющий критичный метод, но был передан указатель на объект, который хранит в своих свойствах указатель на экземпляр искомого класса согласно архитектуре приложения в отношении связи отдельных объектов, то вычисление искомого указателя возможно, поскольку через переданный указатель на объект возможно получение всех его свойств путем вычисления адреса смещения их в памяти [5].

В случае если исходный код основной программы не представляет ценности и доступен в открытом виде, а злоумышленник разрабатывает плагин с целью влияния на информационный процесс в рамках определенного защищаемого объекта, как было упомянуто

ранее, задача вычисления смещения адресов функций в виртуальной таблице может быть сведена к простой адресной арифметике.

Подводя итог, следует отметить, что система плагинов в приложении создает почву для реализации угроз не только и не столько по выполнению вредоносного кода, но и по контролю выполнения основной программы плагином, т.е. сторонним кодом, действующим со всеми правами и привилегиями основного процесса.

Библиографический список

1. Касперски К. Техника и философия хакерских атак – записки мыш'а. – М.: СОЛОН-Пресс, 2004. – 272 с.
2. Касперски К. Записки исследователя компьютерных вирусов. – СПб.: Питер, 2005. – 316 с.
3. Laboratory of Mathematical Logic at PDMI. Лекция. Виртуальные функции и полиморфизм. – URL:http://logic.pdmi.ras.ru/~smal/aptu/cpp10/2010_11_26.html (дата обращения: 29.04.2015).
4. Кудинов А. Виртуальные функции – низкоуровневый взгляд. – URL: http://devdoc.web-ide.ru/index.php/content/view/virtual_base.htm (дата обращения: 29.04.2015).
5. Таблица виртуальных методов и техника безопасности. – URL: <http://habrahabr.ru/company/pvs-studio/blog/239915/> (дата обращения: 29.04.2015).

ЗАЩИТА СООБЩЕНИЯ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ. ЛОЖНЫЕ СООБЩЕНИЯ

Студенты гр. КЗИ-10 Е.В. Матвеев, гр. КЗИ-10 А.А. Осколков
Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент *Е.Л. Кротова*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

В данном докладе рассматривается дополнительный механизм противодействия такому методу взлома, как полный перебор ключей.

Надежность используемых в настоящее время алгоритмов шифрования определяется главным образом временем, затраченным на их взлом с помощью BRUTEFORCE. Очевидно, что существующие алгоритмы становятся все более и более уязвимы с развитием компьютерных технологий. Мощности компьютеров растут в геометрической прогрессии, как наглядно показала практика последних десятилетий. Более того, стремительность роста только увеличивается с каждым годом.

Обратим внимание на несколько аспектов развития технологий, которые могут в скором времени произвести очередной бум в компьютерной сфере:

- развитие нанотехнологий в области компьютерной техники;
- разработки фотонных квантовых компьютеров в России, США и Японии, которые уже способны превзойти вычислительную мощность классических ПК в несколько раз;
- эксперименты с монослоем графита, иначе называемого графен, который может стать перспективной заменой кремния в интегральных микросхемах благодаря своей колоссальной теплопроводимости.

Ситуация, возникшая при резком прорыве в той или иной области, приведет к тому, что главный критерий надежности того или иного алгоритма перестанет быть таковым. BRUTEFORCE со временем будет становиться более быстрым и менее затратным относительно других способов дешифровки. Проблема противодействия методу полного перебора изучалась такими людьми, как А.В. Аграновский, Р.А. Хади, Nitesh Dhanjani, Billy Rios, Brett Hardin, Джеймс С. Фостер, Н. Смарт, А.А. Малюк и многими другими.

Схемы алгоритмов RSA для решения задач аутентификации и конфиденциальности показаны на рис. 1, 2.

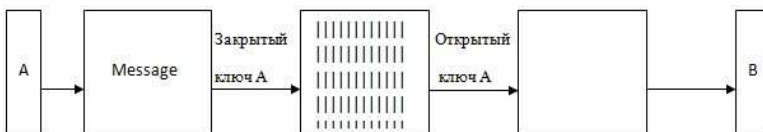


Рис. 1. Аутентификация

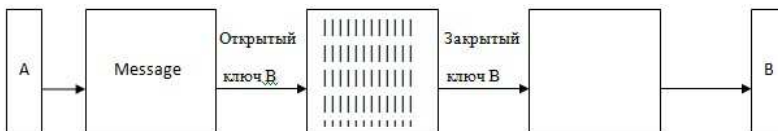


Рис. 2. Конфиденциальность

Для решения поставленной задачи авторами предлагается следующий метод. При перехвате сообщения злоумышленником происходит следующее:

- 1) при подборе очередного значения ключа «К» злоумышленником значение счетчика «Y» увеличивается на 1;
- 2) значение счетчика «Y» приклеивается к значению ключа «K + Y»;
- 3) полученное значение «K + Y» сверяется с требуемым ключом;
- 4) требуемый ключ, в свою очередь, состоит также из части с основным телом ключа «Kt» и заранее определенным значением счетчика «Yt».

Таким образом, значение счетчика «Yt» становится дополнительной составляющей ключа, увеличивающейся каждый раз, когда злоумышленник пытается подобрать ключ.

Для того чтобы подобрать ключ, злоумышленнику придется прогонять каждое возможное значение ключа через счетчик минимум Y раз, при том что установленное требуемое значение ключа ему не известно.

Работа представленного механизма изображена на данной блок-схеме (рис 3).

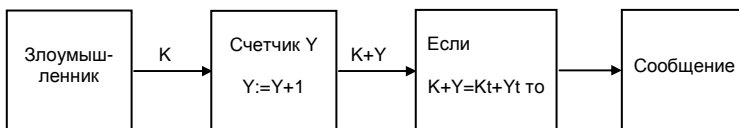


Рис. 3. Блок-схема работы механизма

Схема взаимодействия Алисы (отправителя) и Боба (получателя) при использовании данного механизма:

1) Боб отправляет требуемое значение счетчика Y_t Алисе вместе со своим открытым ключом.

2) Алиса шифрует сообщение с помощью открытого ключа Боба, если выполняется задача конфиденциальности, и с помощью своего закрытого ключа, если выполняется задача аутентификации;

3) при получении сообщения Боб устанавливает счетчик в значение Y_t ;

4) Боб расшифровывает сообщение.

В заключение хотелось бы отметить, что данный механизм значительно усложняет подбор ключа злоумышленником. Кроме того, возможности использования подобного механизма гораздо шире, чем представленные здесь. Адаптация данного механизма для противодействия иным способам дешифровки является одной из наших приоритетных задач.

Тем не менее ближайшей задачей является реализация «Генерации ложных сообщений», созданной на базе описанного выше алгоритма. Принцип «Генерации ложных сообщений» основывается на двух составляющих « K » и « Y_2 », используемых злоумышленником при взломе.

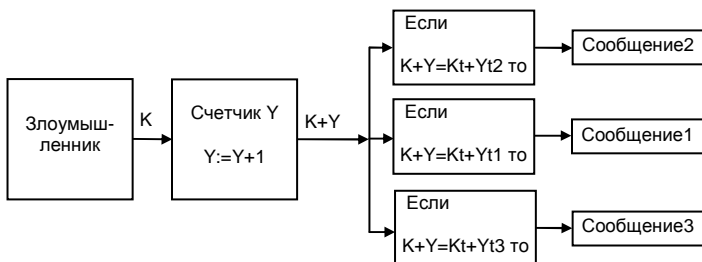


Рис. 4. Схема взаимодействия отправителя и получателя при использовании механизма

На сегодняшней стадии реализации Боб отправляет Алисе не одно, а несколько значений Y_t . При удачном подборе злоумышленником основного тела ключа « K » сумма значений счетчика Y и K сравнивается со значением Y_t+K_t . Однако, используя несколько различных значений Y_t , предоставленных Бобом, злоумышленник получит не единственное верное сообщение, а несколько. Все со-

общения, кроме одного, содержат дезинформацию. На определение единственного верного сообщения злоумышленник затратит определенное время, если это будет возможным. Данное решение можно увидеть на рис. 4.

Библиографический список

1. Аграновский А.В., Хади Р.А. Практическая криптография: алгоритмы и их программирование. – М.: Солон-Пресс, 2009.
2. Nitesh Dhanjani, Billy Rios, Brett Hardin. Hacking: The Next Generation. – O'Reilly, 2009.
3. Джеймс С. Фостер. Защита от взлома. Сокеты, shell-код, эксплойты. – М.: ДМК Пресс, 2006.
4. Смарт Н. Cryptography: An Introduction – М.: Техносфера, 2006.
5. Малюк А.А. Информационная безопасность. Концептуальные и методологические основы защиты информации. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004.

УЯЗВИМОСТЬ RFID-ТЕХНОЛОГИЙ

Студенты гр. КЗИ-10 Е.В. Матвеев, А.А. Осколков

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *А.С. Шабуров*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

В данном докладе рассматривается все больше набирающая популярность RFID-технология. Зачастую ее целью является контроль за важными и ценными объектами на предприятиях, будь то документы, электронный носитель, контейнер с грузом или даже сотрудник. К сожалению, даже самые современные технологии не лишены недостатков. В данном докладе показан пример уязвимости, которой может воспользоваться практически любой человек.

Автоматизация, безопасность, современные системы контроля доступа, контроль персонала и ценных предметов – все это про радиоэлектронные метки RFID-технологий. Первые разработки в области радиоэлектронных меток появились в 1937 г. в США. Их применяли в системах распознавания «свой–чужой» и успешно использовали во Второй мировой войне.

Понятие RFID (англ. Radio Frequency IDentification, радиочастотная идентификация) трактуется как способ автоматической идентификации объектов, в котором посредством радиосигналов считываются или записываются данные, хранящиеся в так называемых транспондерах, или RFID-метках.

Система RFID состоит из 4 основных компонентов, а именно:

- 1) непосредственно сами метки. Метки – это устройства для хранения и передачи данных. В их памяти содержится уникальный код-идентификатор (может быть перезаписываемым);
- 2) считыватели – приборы, позволяющие считывать и записывать информацию на метки с помощью антенн;
- 3) антенны – приборы, получающие информацию от меток, попадающих в их электромагнитное поле;
- 4) система управления считывателями – программное обеспечение, формирующее запросы на чтение или создание меток, управляет системой считывателей, накапливает и анализирует информацию, полученную от меток, сохраняет и передает всю информацию в учетные системы или базы данных.

Если кратко описать принцип работы, то метка, зарегистрированная в системе, с помощью стационарного или мобильного считывателя должна быть нанесена на контролируемый объект. Контроль над перемещением метки, а значит, и за самим объектом, будет заключаться в чтении данных метки в контрольных точках, для чего метке достаточно попасть в электромагнитное поле, создаваемое антенной, подключенной к считывателю и системе их управления.

Классификация меток представлена в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Классификация меток

Классификация меток	
По энергообеспечению	Активные, пассивные, полупассивные
По операциям чтения-записи	'R/O' Read Only – «только чтение»; 'WORM' Write Once Read Many – «однократная запись и многократное чтение»; 'R/W' Read and Write – «чтение и запись»
По исполнению меток	Пластиковые карты, брелоки, наклейки и т.д.

Таблица 2

Классификация работоспособности меток

Классификация работоспособности меток			
Название диапазона	Рабочая частота	Расстояние чтения	Область применения
Низкие частоты (LF)	125–150 кГц	Несколько сантиметров	Системы контроля доступа, для идентификации животных, автомобильные иммобилайзеры, платежные системы
Высокие частоты (HF)	13,56 МГц	Около 1 м	Системы контроля доступа, платежные системы, идентификация товаров в складских системах и книг в библиотечных системах
Сверхвысокие частоты (UHF)	860–960 МГц 2,4–5 ГГц	От 7 до 100 м (в зависимости от типа питания)	Системы логистики и учета движения товаров по цепочке поставок

Существуют 5 известных видов атак на данную систему:

1) dos-атака (чипы первого поколения работают в диапазоне 902-938 МГц), есть утверждение, что данный диапазон можно заглушить с расстояния 1 м;

2) RFID-Zapper (фактически это уничтожение метки микроволновыми лучами);

3) клонирование (копирование меток с помощью прибора «proxmark», позволяющее делать это с достаточно близкого расстояния);

4) подмена содержимого памяти RFID-меток (для атаки необходимы считыватель и несложное ПО на Linux, с помощью которого легко можно изменять информацию, хранящуюся на метках, и взламывать даже зашифрованные данные с помощью перебора);

5) атаки через RFID-метки (это атака на какие-либо системы, идентификация пользователей которых происходит посредством RFID-технологий).

Возникает вопрос, вытекающий из старого опыта с сетью Фарадея, которая полностью заглушает электромагнитные излучения. Возможно ли поместить предмет с нанесенной RFID-меткой в такую сеть и вынести его из контролируемой зоны? Теоретически, такую сеть можно спрятать в кейс, сумку или папку. Вместо сети Фарадея можно применить бюджетный вариант и взять обычную алюминиевую фольгу. Обернутый в фольгу мобильный телефон перестает принимать сигнал. Самые распространенные пассивные метки работают на высоких (13,56 МГц) и ультравысоких частотах (860–960 МГц), эксперимент может увенчаться успехом.

Для проведения опыта используем обычную пищевую алюминиевую фольгу толщиной 11 мкм. Оборачиваем носитель (в нашем случае – коробка с компакт-диском (рис. 1) и пытаемся пронести через «портальные ворота» (рис. 2).



Рис. 1. Экспериментальный носитель с RFID-меткой



Рис. 2. Экспериментальный носитель с RFID-меткой в фольге

В результате «ворот» видят человека, но загораются белым цветом, уведомляющим о том, что человек проходит без предметов с нанесенной RFID-меткой (рис. 3).



Рис. 3. Ход эксперимента



Рис. 4. Частичное изолирование носителя с RFID-меткой

Также стоит отметить то, что, просто прикрыв метку фольгой, как показано на рис. 4, эффект будет тем же, хотя можно предположить, что это уже обусловлено мощностью электромагнитного поля антенн, установленных в «воротах».

Библиографический список

1. Финкенцеллер Клаус: RFID-технологии: справ. пособие. – М.: Додека XXI век, 2010.
2. Design and Optimization of Passive UHF RFID Systems / Curty Jari-Pascal, Michel Declercq, Catherine Dehollain, Norbert Joehl. – Springer, 2007.
3. Дшхунян В., Шаньгин В. Электронная идентификация. Бесконтактные электронные идентификаторы и смарт-карты. – М.: АСТ, ИТ Пресс, 2004.
4. Лахири Сандип. RFID. Руководство по внедрению. – М: КУ-ДИЦ-Пресс, 2007.
5. Информационная безопасность [Электронный ресурс] // Новости, актуальные вопросы законодательства. – URL:<http://www.itsec.ru> (дата обращения: 29.03.2015).

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОТОКОЛОВ SSL/TLS

Студенты гр. КОБ-12 Д.А. Кудрявцев,
гр. ТК-12 В.С. Тебенькова

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент *Е.Л. Кротова*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Статья посвящена истории и развитию криптографических протоколов SSL/TLS, обеспечивающих защищенную передачу данных между узлами в Интернете. Показано, что предоставление защищенного сеанса связи является необходимым для обеспечения конфиденциальности информационного потока данных. Однако существуют уязвимости, которые злоумышленники используют для перехвата и расшифровки содержания передаваемого зашифрованного сообщения. Для закрытия известных уязвимостей и минимизации шанса открытия новых производится разработка новых версий криптографических протоколов, и на данный момент последней версией является протокол TLS 1.2.

Эффективность обеспечения защищенной передачи данных между узлами в сети в значительной степени зависит от используемого криптографического протокола. На данный момент целесообразным является использование протоколов TLS 1.1 и TLS 1.2, так как у этих версий протоколов отсутствуют известные уязвимости, однако часть коммуникаций в Интернете по-прежнему шифруется протоколами более ранних версий, что подвергает опасности конфиденциальность передаваемой информации [1]. Использование криптографических протоколов, презентованных ранее, чем TLS 1.1, не гарантирует сохранности информации, так как в протоколах SSL 2.0, SSL 3.0 и TLS 1.0 присутствуют критические уязвимости, наличие которых не позволит избежать последствий в случае информационной атаки.

Протоколы TLS и SSL используют асимметричную криптографию для аутентификации, симметричное шифрование для конфиденциальности и коды аутентичности для сохранения целостности сообщений. Данные протоколы широко применяются в приложениях, работающих с Интернетом.

Изначально протокол SSL был разработан компанией Netscape Communications. Первая версия протокола не была обнародована, од-

нако SSL 2.0 был выпущен в феврале 1995 г. Он содержал множество недостатков и не мог обеспечивать конфиденциальность информации в полной мере. Протокол SSL 3.0 был выпущен в 1996 г., он послужил основой для создания протокола TLS 1.0, стандарт протокола Internet Engineering Task Force (IETF), который впервые был определен в RFC 2246 в январе 1999 г. TLS 1.1 презентовали в RFC 4346 в апреле 2006 г. Это было обновление TLS версии 1.0. Значительные изменения в этой версии включают в себя: изменение вектора инициализации, изменение в обработке ошибок, введение поддержки IANA – регистрации параметров. TLS 1.2 был анонсирован в RFC 5246 в августе 2008 г. Он основан на TLS 1.1 и является улучшенным его аналогом, а именно в TLS 1.1 присутствуют улучшения поддержки новых криптографических протоколов, замена MD5/SHA-1 на SHA-256 либо на явно указанную хэш-функцию, ужесточение многих проверок, обязательность реализации AES, а также отключение одиночного DES и IDEA [4].

Долгое время считалось, что протокол SSL 3.0 не имеет уязвимостей, однако 17 октября 2014 г. была впервые опубликована информация о дефекте. Новой уязвимости был присвоен номер CVE-2014-3566. Используя данную уязвимость, злоумышленник получает возможность расшифровывать содержание передаваемого зашифрованного сообщения путем проведения атаки «человек посередине» (man-in-the-middle attack). Эта уязвимость получила название «POODLE». Она существовала на протяжении многих лет, но до настоящего времени не была обнаружена [3]. Схематично атака «человек посередине» показана на рисунке.



Рис. Схема атаки «человек посередине»

Реальная проблема, из-за которой полностью обновленные системы могут оказаться уязвимыми, несмотря на то, что они поддерживают новейшие версии криптографических протоколов, кроется

в механизме перехода на резервный режим (fallback mechanism), реализованный в протоколах SSL/TLS. По словам исследователей проблем информационной безопасности из компании Google, которые раскрыли уязвимость «POODLE», многие системы, использующие протокол TLS, реализуют механизм отката на более раннюю версию протокола, так называемый «downgrade dance», который хакер может использовать в своих интересах, принуждая к переходу на резервный режим с использованием устаревшего протокола SSL 3.0.

Текущий уровень риска «POODLE» можно оценить как средний, сопоставимый с уровнем риска, связанного с уязвимостями «BEAST» и «CRIME», которые были обнаружены в прошлом и тоже были связаны с протоколом SSL. Тем не менее в отличие от других кибератак, обусловленных особенностями реализации криптографического протокола, «POODLE» более практична, поскольку в данном случае не требуется масштабного управления форматом незашифрованного текста.

Для защиты от данной уязвимости необходимо предпринять действия, которые не позволят использовать SSL 3.0 ни в случае использования клиентских приложений, ни в случае серверных, а именно у серверов и клиентов должна быть полностью отключена поддержка SSL 3.0.

В отличие от других уязвимостей уязвимость «POODLE» является не ошибкой, допущенной при внедрении программного обеспечения, а дефектом в самом криптографическом протоколе, который невозможно исправить никаким другим способом, кроме как вывести из эксплуатации версию протокола SSL 3.0.

Несмотря на то, что обнаруженный дефект SSL 3.0 не кажется таким же опасным, как уязвимости «Shellshock» или «Heartbleed», он тоже может быть использован хакерами для реальной кибератаки. В конечном итоге «POODLE» должна стать основной причиной прекращения использования устаревшего протокола SSL и его замены современным TLS .

Прежде чем прекращать поддержку SSL 3.0, хотя он и обладает определенными уязвимостями, следует иметь в виду, что на этот протокол до сих пор опираются некоторые приложения. Самым ярким примером веб-браузера, не поддерживающего TLS, служит Internet Explorer 6-й версии, на долю которого по-прежнему приходится около 1 % европейского и американского рынка и около 4 % мирового рынка браузеров [2].

Для решения проблем, связанных с наличием уязвимости, в краткосрочной перспективе следует предпринять следующие шаги:

1) деактивировать SSL 3.0 со стороны клиента, чтобы предотвратить кибератаки с «понижением версии» (downgrade-атаки);

2) обновить криптографический пакет OpenSSL на серверах до последней версии, чтобы активировать поддержку механизма TLS_FALLBACK_SCSV, что не позволит хакеру, перехватывающему сетевой трафик, спровоцировать переход на использование более ранней версии протокола;

3) в долгосрочной перспективе следует полностью прекратить поддержку устаревших протоколов SSL 2.0 и SSL 3.0.

Библиографический список

1. Карманов Р.В. Уходим с SSL на TLS [Электронный ресурс] // Международный учебный центр Advanced Training [Официальный сайт]. – URL: <http://www.atraining.ru/beast-move-from-ssl-to-tls/> (дата обращения: 23.04.2015).

2. Уязвимость криптографического протокола SSLv3 «POODLE» [Электронный ресурс] // PWC [Официальный сайт]. – URL: http://www.pwc.ru/ru/blogs/ekaterina_starostina/posts/9thpost.jhtml (дата обращения: 22.04.2015).

3. POODLE: опасная уязвимость в SSL 3.0 [Электронный ресурс] // Хакер: сайт. – URL: <https://haker.ru/2014/10/15/poodle/> (дата обращения: 23.04.2015).

4. Official Internet Protocol Standards. Available at: <http://www.rfc-editor.org/search/standards.php> (accessed 27 April 2015).

АНАЛИЗ ПРОГРАММ ЦИФРОВОЙ СТЕГАНОГРАФИИ В ВИДЕОФАЙЛАХ

Студент гр. КОБ-11-1 С.Э. Бондарев

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент *Е.Л. Кротова*

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

С каждым годом увеличиваются объем информации, скорость соединения с глобальной сетью, и соответственно растет число каналов утечки этой информации. Криптографические методы преобразования исходной информации не дают стопроцентной защиты от потери и искажения этой информации, санкционированные извне. Сам факт шифрования сообщения является сигналом для злоумышленника, что эта информация является ценной. В связи с этим проявляется актуальность проблемы защиты информации от несанкционированного воздействия.

Эту проблему можно решить с помощью стеганографических методов преобразования информации. Стеганография предполагает сокрытие ценной информации внутри специального контейнера – другого файла, который не несет в себе ценной информации. Методы цифровой стеганографии в совокупности с криптографическими методами дают большой уровень защищенности информации (рис. 1, 2).

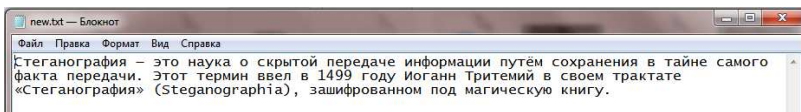


Рис. 1. Исходный текст

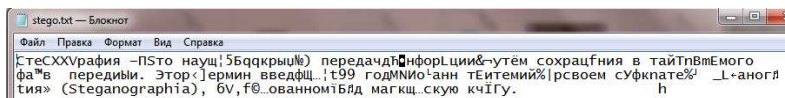


Рис. 2. Текст после криптографического преобразования

Большую популярность имеют видеохостинги, где хранятся сотни миллионов видеофайлов, которые находятся в свободном доступе, и если учесть, что многие из них дублируются, факт содержания ценной информации в одном из таких файлов будет известен только его

создателю. Тем самым риски угроз безопасности этой информации будут минимальными.

Были рассмотрены некоторые программные продукты, в основе которых лежат различные стеганографические методы, для сокрытия информации в файлах формата AVI. Данный формат был выбран в связи с его распространенностью.

MSU StegoVideo. Разработка ученых Московского государственного университета является расширением для фильтра VirtualDub. В основе алгоритма сокрытия информации лежит метод покадрового внедрения. В каждый кадр видеопотока встраиваются байты ценной информации. Пропорции размеров встраиваемой информации в кадр варьируются настройками и размером контейнера.

Программа имеет интуитивный интерфейс, позволяет настраивать уровень шума, избыточность, устанавливать качество воспроизведения. На последнем этапе настройки задается программа для сжатия видео. Настройки, представленные на рис. 3, являются оптимальными. Особенностью программы является установка пароля для расшивки скрытого сообщения.

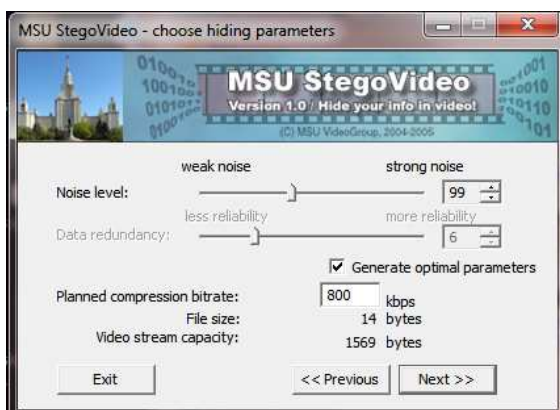


Рис. 3. Оптимальные настройки программы MSU StegoVideo

Недостатком программы является изменение объема файла без использования сжатия. Исходный файл занимает 4,23 Мб дискового пространства, после внедрения объем становится 236 Мб. Но при этом ошибок в сообщении не было обнаружено, как и изменений в качестве исходного изображения.

При сжатии программой DivX с настройками, показанными на рис. 3, объем файла уменьшился до 1,86 Мб. При этом качество видеофайла незначительно ухудшилось, а извлеченное сообщение имеет несколько ошибок (рис. 2). Последний недостаток не изменяет логической структуры сообщения, но при использовании шифрования исходный текст будет потерян.

На рис. 4, *а* – пустой контейнер, а на 4, *б* – заполненный. Разница в качестве небольшая, соответственно трудно заметить факт внедрения информации.



а *б*
Рис. 4. Пустой контейнер (*а*); заполненный (*б*)

Steganography IV. Программа с открытым исходным кодом программиста из Германии Corinna John (рис. 5). Так же, как и в предыдущей программе, в основе лежит пок кадровое внедрение информации. В отличие от разработки МГУ этот продукт не имеет настроек сжатия, что сказывается на объеме преобразованного файла. После внедрения изображения в формате jpg – 236 Мб также имеется большой недостаток – появление шума в видеофайле (рис. 6). При этом отсутствуют потери качества внедряемой информации.

При встраивании текстовой информации в видеофайл время воспроизведения видео сократилось с 1,07 мин до 2 с, причем с потерей качества изображения, но без изменений внедряемой информации.

Данная программа имеет возможность использовать в качестве контейнера не только avi-файлы, а также bmp, tiff и png. В качестве скрываемой информации возможно использование не только текстовых файлов.

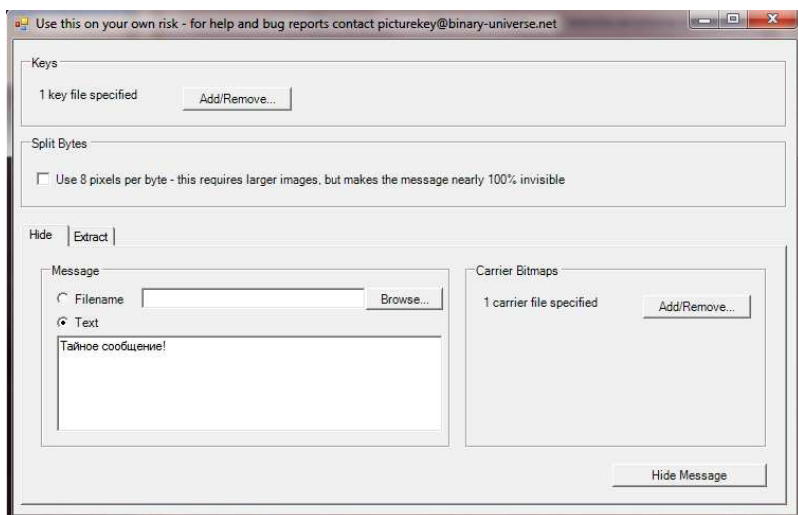


Рис. 5. Интерфейс программы Steganography IV



Рис. 6. Видеофайл с встроенной текстовой информацией

Заключение. В процессе исследования данных программ был выявлен существенный недостаток – это потеря звука. Но этот недостаток можно устранить с помощью отдельной записи звуковой дорожки в видеофайл, при этом не исключается затирание или искажение внедренной информации. Разработка ученых из МГУ является

самой удачной для внедрения текстовой информации в видеофайлы формата avi, хотя Steganography IV позволяет дополнительно использовать в качестве контейнеров bmp, tiff и png-файлы и скрывать почти любой формат файлов.

Библиографический список

1. Corinna John, Steganography IV – Reading and Writing AVI files. // Code Project [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.codeproject.com/Articles/5294/Steganography-IV-Reading-and-Writing-AVI-files> (дата обращения: 24.05.2014).

2. Грибунин В.Г., Оков И.Н., Туринцев И.В. Цифровая стеганография. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2009. – 265 с.

3. Ватолин Д., Петров О. MSU StegoVideo // Все о сжатии данных, изображений и видео [Электронный ресурс]. – URL: http://www.compression.ru/video/stego_video/index_en.html (дата обращения: 24.05.2014).

МЕТОДИКА ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ АТАКАМ ТИПА SQL INJECTION

Студент гр. КЗИ-10 Н.В. Богданов

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент *Е.Л. Кротова*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Термины и определения. Внедрение SQL-кода (англ. SQL injection) – один из распространенных способов взлома сайтов и программ, работающих с базами данных, основанный на внедрении в запрос произвольного SQL-кода [2]. Согласно данным компании Positive Technologies, более 70 % интернет-ресурсов содержат в себе уязвимости высокой степени риска, которые могут нанести значительный ущерб их владельцам [1]. Основная масса этих уязвимостей связана с возможностью внедрить оператор SQL с помощью доступных злоумышленнику инструментов.

В настоящее время во всей глобальной сети Интернет проблемы, связанные с взломом сайтов при помощи SQL-Injection и последующей утерей конфиденциальной информации, решаются достаточно быстро за счет привлечения высококвалифицированных специалистов или использования аутсорсинга. Экономическая оправданность этих мер сомнительна, ведь большая часть методов борьбы и их реализация уже доступны рядовым пользователям.

Главной проблемой остаются автоматизация процесса проверки на SQL-Injection и предложение решений по устранению уязвимости.

В зависимости от типа используемой СУБД и некоторых других условий внедрение нежелательного SQL-кода может дать злоумышленнику возможность выполнить произвольный запрос к базе данных (например, прочитать содержимое любых таблиц, изменить, удалить или добавить данные), получить контроль над находящимися на сервере файлами и даже получить контроль над самим сервером, на котором установлена СУБД.

Атака типа внедрения SQL-кода может быть реализована из-за недостаточной или вовсе отсутствующей обработки входных данных, используемых для построения SQL-запроса. Разработчик прикладных программ, работающих с базами данных, должен знать о таких уязвимостях и принимать меры противодействия внедрению SQL.

Принцип атаки методом внедрения SQL-кода. Метод SQL-инъекций предполагает манипуляцию параметрами, передаваемыми веб-формой или адресной строкой на сервер приложения, а затем в базу данных. В штатной ситуации база данных возвращает известный по своей структуре набор данных, определенный разработчиком приложения, запросившему его пользователю. В нештатной ситуации, когда значение, структура или объем входного параметра не контролируются перед передачей запроса в базу, происходит внедрение нежелательного кода, выполнение которого может привести к утечке важной информации и потере контроля над базой данных.

Предположим, что серверному ПО передается входной параметр `id_news` – идентификатор записи в ленте новостей из таблицы `all_news`, например, и оно использует его для построения SQL-запроса. Рассмотрим следующий PHP-скрипт:

```
$id = $_REQUEST['id'];
```

```
$res = mysql_query("SELECT * FROM al_news WHERE id_news = $id_news");
```

Если на сервер передан параметр `id_news`, равный 7 (например, так: http://example.org/script.php?id_news=7), то выполнится следующий SQL-запрос:

```
SELECT * FROM all_news WHERE id_news = 7
```

В этом случае пользователю вернется запись о новости с идентификатором, равным семи. Но если злоумышленник передаст в качестве параметра `id` строку `-1 OR 1=1` (например, так: http://example.org/script.php?id_news=-1+OR+1=1), то выполнится запрос:

```
SELECT * FROM all_news WHERE id_news = -1 OR 1=1
```

Таким образом, добавление оператора ИЛИ вместе с выражением, которое, очевидно, всегда истинно (`1=1`), нарушит штатную логику запроса и приведет к тому, что из таблицы `all_news` будут извлечены и переданы пользователю все записи.

Методы защиты от атаки типа внедрение SQL-кода. Защита от данного вида атаки основана на достаточно простых методах, однако ее реализация требует больших затрат времени, ведь необходимо контролировать все имеющиеся источники параметров, которыми может манипулировать пользователь. Основной метод защиты – фильтрация, которая делится на несколько следующих видов:

1. Фильтрация строковых параметров.

Чтобы внедрение нежелательного кода было невозможно или значительно затруднено, для большинства СУБД, в том числе для Oracle Database и MSSQL Database, требуется брать в кавычки все строковые параметры. При этом в самом параметре экранируют спецсимволы – заменяют кавычки на \", апостроф на \', обратную косую черту на \| и т.д.

2. Принудительная типизация параметров.

Если заведомо известно, что входной параметр не является строкой (например, он является целым числом или датой), необходимо принудительно приводить его к этому типу, а в случае невозможности приведения фиксировать ошибку в логах и/или выводить соответствующее предупреждающее сообщение пользователю.

3. Усечение входных параметров.

Для внесения изменений в логику выполнения SQL-запроса требуется внедрение достаточно длинных строк. Так, минимальная длина внедряемой строки в вышеприведенном примере составляет 8 символов («1 OR 1=1»), что, очевидно, превышает разрядность числа, используемого в поле id таблицы news. В случае, если максимальная длина корректного значения параметра известна точно либо ограничена сверху известным числом, то одним из методов защиты может быть усечение значения входного параметра до штатного либо вывод ошибки пользователю.

4. Использование параметризованных запросов.

Многие серверы баз данных поддерживают возможность отправки параметризованных запросов (так называемых «подготовленных выражений»). При этом параметры, полученные извне, т.е. введенные пользователем на форме либо в адресной строке, отправляются на сервер отдельно от самого запроса либо они автоматически экранируются и фильтруются клиентской библиотекой.

Заключение. Обеспечение безопасности веб-сайтов от атак типа SQL-Injection является комплексной задачей, автоматизация которой приведет к уменьшению затрат.

Для автоматизации проверки предлагается осуществлять постоянный мониторинг на предмет наличия уязвимостей.

Автоматизация процесса защиты от внедрения SQL-кода требует решения следующих задач:

1. Поиск уязвимых областей кода в содержании веб-страницы. Для этого существует большое количество сканеров уязвимостей [4]: Nmap, IP-Tool, SqlMap, bsqibf-v2, XSpider, Nikto, Acunetix Web Vulnerability Scanner и др.;

2. Защита уязвимого кода от инъекций:

— фильтрация входных параметров запроса;

— замена открытых паролей, хранящихся в базе, их хэшами;

— подключение веб-сервиса к базе под непривилегированным пользователем.

Реализация этих двух пунктов эффективно противодействовать возможным атакам на БД и позволит сохранить ценную информацию от утечки, избежав значительного экономического репутационного ущерба.

Библиографический список

1. Евтеев Д. SQL-injection от А до Я [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.ptsecurity.ru/download/PT-devteev-Advanced-SQL-Injection.pdf>

2. Внедрение SQL-кода [Электронный ресурс]. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Внедрение_SQL-кода

3. SQL injection для начинающих [Электронный ресурс]. – URL: <http://habrahabr.ru/post/148151/>

4. Обзор бесплатных инструментов для пентеста web-ресурсов и не только [Электронный ресурс]. – URL: <http://habrahabr.ru/post/125317/>

ВЫБОР НАДЕЖНОГО ПАРОЛЯ

Студенты гр. КОБ-12 А.В. Крысов, В.А. Сулопаров
Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент *Е.Л. Кротова*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

В современном мире пароль является неотъемлемой частью нашего существования. Он требуется для всего: для доступа на почту, на сайты социальных сетей, проведения онлайн-платежей, защиты своих гаджетов и много другого. В связи с этим возникает вопрос: а как же создать такой пароль, который будет по-настоящему защищать наши данные от злоумышленников? Многие пользователи даже не задумываются, насколько надежен их пароль, а ведь надежный пароль – это важный элемент защиты, позволяющий значительно повысить безопасность онлайн-транзакций.

Сначала хотелось бы сказать о том, что пользователи используют при создании пароля, несмотря на то, что это категорически нежелательно использовать. Во-первых, не нужно использовать в качестве пароля свою фамилию, имя, отчество и дату рождения ни вместе, ни по отдельности (vasyaivanov, vasilijpetrovich, ivanov1608 и т.д.), ведь эти данные легко можно узнать из социальных сетей или других источников. Во-вторых, лучше не использовать повторяющиеся символы и клавиши в порядке их следования как справа налево, так и слева направо (1234567, qwerty, 54321, 55555 и т.д.). В-третьих, пароль никогда не должен совпадать с логином. Также не стоит забывать про базовые подстановки, которые сделают только видимость сложности вашего пароля. Если вы в существующем слове уберете все гласные, измените регистр для случайного знака, сделаете одну букву заглавной, вставите случайный символ в любое место слова, добавите пунктуационный знак в начале или конце слова или сделаете замену типа «s» -> "\$", «a» -> "@", то такой пароль тоже довольно легко будет взломать, потому что при переборе пароля по словарю такие замены очень просто учесть программно.

Как же создать хороший и надежный пароль? Если вы тот пользователь, которому не хватает фантазии, то самым простым способом является использование «генератора паролей». Многие генераторы выдают сразу несколько паролей по требуемым параметрам, так что есть варианты, среди которых можно выбрать понравившийся

пароль. Для тех, кто не доверяет содержимому сайтов, существуют специальные программы генератора паролей, которые можно скачать себе на компьютер и использовать без подключения сети. Однако в этом случае необходимо быть уверенным, что компьютер чист от вирусов и шпионских программ. Чтобы добавить уникальности и уверенности в том, что сгенерированный пароль не будет использован злоумышленниками, в сгенерированном пароле можно изменить или добавить несколько символов.

Для тех, кто решил создать свой пароль самостоятельно, хотим представить несколько правил, следуя которым, можно составить достаточно надежный пароль:

1. Одним из ключевых моментов является длина пароля. Используйте пароль длиной не менее 8 символов. Для наглядности представим некоторые факты. Пароль, состоящий из 6 строчных букв, можно взломать менее чем за 1 с (!), примерно 0,07–0,08 с. Пароль, состоящий из 8 строчных букв, можно взломать уже за 52 с. Увеличим длину пароля до 10 строчных букв, взломать такой пароль можно уже за 9 ч [2]. Соответственно, если пароль будет еще длиннее, то взломать его будет еще дольше. Однако не нужно и переусердствовать, ведь слишком длинный пароль сложно будет запомнить.

2. Используйте как строчные, так и прописные буквы в одном пароле. Приведем тот же пример, что и в предыдущем пункте. Пароль, состоящий из 6 букв (3 строчных, 3 прописных), можно взломать за 4 с. Пароль, состоящий из 8 букв (4 строчных, 4 прописных), можно взломать за 3 ч. Пароль, состоящий из 10 букв (5 строчных, 5 прописных), можно взломать за 1 год [2].

3. Используйте комбинацию букв, цифр и символов. Уже знакомый пример. Пароль, состоящий из 6 символов (2 прописная буква, 2 строчная, 1 цифры и 1 символа), можно взломать за 52 с. Пароль, состоящий из 8 символов (2 прописные буквы, 2 строчные, 2 цифры и 2 символа), можно взломать за 3 дня. Пароль, состоящий из 10 символов (2 прописные буквы, 2 строчные, 3 цифры и 3 символа), можно взломать за 58 лет [2].

При создании пароля необходимо помнить о том, что он должен легко запоминаться самим пользователем. Вот несколько шагов с примером для составления надежного и легко запоминающегося пароля:

1. Комбинацию букв и цифр, которые ни с чем не ассоциируются у пользователя, можно легко забыть. Чтобы этого не произошло,

нужно придумать какую-либо фразу, которую легко с чем-то ассоциировать или просто легко запомнить пользователю. Но в то же время не стоит использовать в качестве пароля названия автомобилей, географических мест, спортивных команд и т.п., так как такие пароли очень легко взламываются перебором по словарю. Можете в качестве пароля использовать названия любимого стихотворения, например: «Не выходи из комнаты».

2. Для усложнения пароля необходимо вставить цифры. Например: «Не750выходи из комнаты».

3. Символы можно использовать как разделители между словами. Например: «Не,750,выходи!из.комнаты».

4. Одним из способов усложнить пароль – это использовать английскую раскладку клавиатуры, при этом вводить пароль по-русски. Так, печатая пароль из нашего примера по-русски «Не,750,выходи!из.комнаты», получится «Yt,750,ds[jlb!bp.rjvyfns». В этом случае есть один подвох, набирая пароль на клавиатуре, где только английские буквы, вы можете не вспомнить последовательность символов.

5. Если придумать более длинную фразу, то можно использовать начальные буквы каждого слова. Например, из фразы «В нашей группе 8 девушек и 12 парней, староста Влад» можно составить пароль «Внг8ди12п,сВ».

6. Если сервис поддержит и английский алфавит, и русский, то часть букв можно сделать русскими, а часть – английскими. Например, из предыдущего пароля получится «Bng8di12п,сВ».

Придумали пароль, но все же сомневаетесь в его надежности? Проверьте пароль с помощью специальных сервисов проверки паролей. Найти их несложно, так как существует множество таких сервисов. Они автоматический проверяют и оценивают надежность пароля, указывают, какое время потребуется для их взлома, а главное – могут указать, чего не хватает в вашем пароле для его надежности.

В заключение хотелось бы сказать о том, как правильно использовать пароли:

1. Лучше всего, если все пароли будут «храниться» в голове. Но если вы все же записали их, то листок следует хранить в надежном месте, а не за клавиатурой.

2. Для разных сервисов и сайтов следует использовать разные пароли. Если вам сложно запоминать множество паролей, то можно составить для себя «иерархию» паролей. Например, для почты необходимо придумать самый сложный пароль. Для восстановления па-

роля любого сервиса используется электронная почта, и если злоумышленник узнает пароль от почты, то он может восстановить и все остальные пароли. Для менее важных сервисов можно придумать более легкие пароли, чтобы проще было запомнить. То, какой пароль используется для сервиса, можно указать в самом пароле. Например, для skype можно использовать «Bng8di12п,сВ», для VK «VK Bng8di12п,сВ» и т.д. [2]. Лучше всего, если эти указатели будут находиться не в одном месте пароля, а в разных для каждого сервиса.

3. Регулярно меняйте свои пароли. Пароли для наиболее важных сервисов можно менять чаще. Если вы используете описанную выше «иерархию» паролей, то пароли во время смены можно просто сдвигать ниже по «иерархической лестнице». Таким образом, вы придумываете новый пароль лишь для самого важного сервиса, это облегчает работу, так как вам не нужно придумывать и запоминать сразу несколько новых паролей.

4. Не позволяйте сервисам и приложениям сохранять и запоминать ваши пароли. Особенно, если вы работаете не на личном компьютере, а на общем, например, в библиотеке или интернет-кафе [3].

5. Периодически удаляйте историю и пароли в вашем браузере. В случае нападения злоумышленник легко сможет найти и узнать пароли.

6. Никогда и никому не сообщайте свои пароли. Пароль всегда должен быть личным.

Следуя этим несложным правилам по созданию и использованию пароля, вы существенно уменьшите вероятность взлома и использования данных без вашего ведома или, по крайней мере, существенно затрудните работу злоумышленнику.

Библиографический список

1. Насколько безопасен мой пароль [Электронный ресурс]. – URL: <https://howsecureismypassword.net> (дата обращения: 20.04.2015).

2. Библиотека интернет-индустрии [Электронный ресурс]. – URL: http://www.i2r.ru/static/278/out_11178.shtml (дата обращения: 22.04.2015).

3. Центр безопасности Microsoft [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.microsoft.com/ru-ru/security/online-privacy/passwords-create.aspx> (дата обращения: 22.04.2015).

АНАЛИЗ КРИПТОПРОЦЕССОРА СОРАСОВАНА

Студенты гр. КОБ-11-1 Р.А. Андреев, П.А. Феофилова
Научный руководитель – заслуженный изобретатель РФ,
д-р техн. наук, профессор *С.Ф. Тюрин*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Все современные применяющиеся на практике шифры, будь то симметричные или ассиметричные, используют параметры безопасности, которые защищают их от атак с компьютеров. Многие шифры потенциально уязвимы для атак спецтехники, которая имеет соотношение «цена–качество» на несколько порядков лучше, чем в современных компьютерах. В данной статье описываются конструкция и успешная реализация прототипа криптоаналитического устройства специального назначения на базе недорогих ППВМ (программируемая пользователем вентиляционная матрица).

Сорасована – массово-параллельное устройство, основанное на ППВМ. Оно подходит для вычислительных задач, которые являются параллелизуемыми и имеют небольшой требуемый объем обмена информацией, и может использоваться, например, для атаки на криптосистемы на основе эллиптических кривых. Даже, несмотря на то, что нарушение алгоритмов RSA (1024 бит или больше) или ECC (160 бит или больше) находится вне досягаемости Сорасована, оно предусматривает возможность для надежной оценки безопасности RSA и ECC. Еще более актуальным является тот факт, что ограниченные ресурсы приложений, в частности мобильных устройств, иногда определяются короткими параметрами, такими как 112-битные и 128-битные системы ECC, рекомендованные стандартом SECG, которые становятся уязвимыми в устройстве. Кроме того, по закону Мура можно предсказать надежность RSA и ECC в ближайшие годы. Текущие реализации базового контроля доступа применяют симметричную криптографию (Triple DES) и генерируют соответствующие ключи шифрования и аутентификации из паспортных данных.

Когда DES был впервые предложен как криптографический стандарт, его хотели применять для реализации на аппаратном оборудовании. DES может работать на ПЛИС в 100 раз быстрее при значительно меньших затратах, чем при его реализации на обычном компьютере. Это позволяет подсистеме поиска ключей, основанной

на аппаратных средствах, быть намного быстрее и эффективнее в сравнении с программной реализацией. Главная цель подсистемы поиска ключей – проверить максимальное число ключей в самый короткий срок и найти верный ключ, который смог бы зашифровать текст. Очевидно, что такой процесс поиска ключа может быть выполнен методом распараллеливания путем разделения ключевого пространства. Это не требует практически никакой связи между процессами, так как процессоры DES могут искать нужный ключ в пределах выделенного ими ключевого пространства. В Лувенском католическом университете была создана конвейерная архитектура такого процессора DES. Эта разработка позволяет процессору проверить один ключ за такт, и конвейерная архитектура корректирует данный процесс так, чтобы критический путь был минимальным, что позволяет процессору работать быстрее. Для Сорасабана можно встроить четыре таких процессора DES в ППВМ.

Оптимизированный по стоимости параллельный дешифровщик (Сорасобана) состоит из множества независимых недорогих ППВМ, подключенных к центральному компьютеру через стандартный интерфейс, например, USB или Ethernet. Кроме того, такой стандартный интерфейс позволяет легко расширить центральный компьютер более чем одним устройством Сорасобана. Запуск ППВМ, контроль и накопление результатов производятся центральным компьютером. Поскольку криптоаналитические приложения требуют большого количества вычислительной мощности, специальная платформа объединяет вплоть до 120 ППВМ (Spartan3-1000). Построение системы такого размера с коммерчески доступными платами ППВМ, конечно, возможно, но очень затратно. Поэтому разработчики Сорасобана решили спроектировать и создать собственное оборудование. Реализация оптимизированного по стоимости проекта стала возможной только путем строго ограничения всех функциональных возможностей до непосредственно необходимых для взлома кодов, чтобы сделать несколько вариантов на основе легкодоступных компонентов и интерфейсов. Конструкция Сорасобана изображена на рис. 1 и состоит:

- из ППВМ-модулей для фактической реализации представленных аппаратных архитектур;
- системной платы, соединяющей все модули ППВМ с общей шиной данных, шиной адреса и питания;
- платы контроллера, подключающей шину данных и адресную шину к хост-компьютеру через USB.

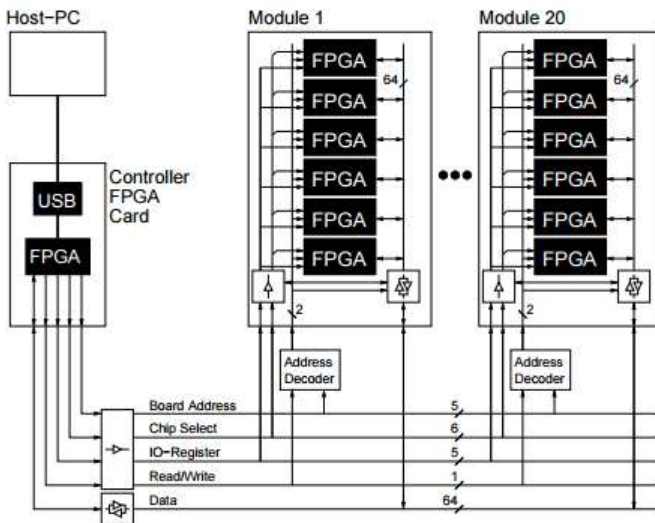


Рис. 1. Архитектура Copacabana

Модули ППВМ: было решено использовать недорогие, современные ППВМ для проектирования: Xilinx Spartan3-1000. Данная ППВМ имеет 1 млн системных портов, 17 280 эквивалентных логических ячеек, 1920 конфигурируемых логических блоков, эквивалентных 7680 секторам, 120 килобит динамической оперативной памяти, 432 килобита блочной оперативной памяти и 4 цифровых блока управления синхронизацией. Выбор данной ППВМ был сделан путем сравнения размеров и цены различных типов и серий ППВМ. Разработчики решили остановиться на небольших модулях в стандартном формате двустороннего модуля памяти, включающих в себя 6 ППВМ Xilinx XC3S1000. На рис. 2 показана эта реализация на примере сделанной вручную четырехслойной печатной платы. ППВМ непосредственно соединены с общей 64-битной шиной данных на плате модуля ППВМ, который сопряжен с шиной данных соединительной платы через приемопередатчики с тремя состояниями выхода. В то время как ППВМ отключены от шины, они могут взаимодействовать локально через внутреннюю 64-битную шину на двустороннем модуле памяти. Данный формат двустороннего модуля памяти позволяет осуществить компактное расположение компонентов, что очень важно для тесно связанных шиной модулей.

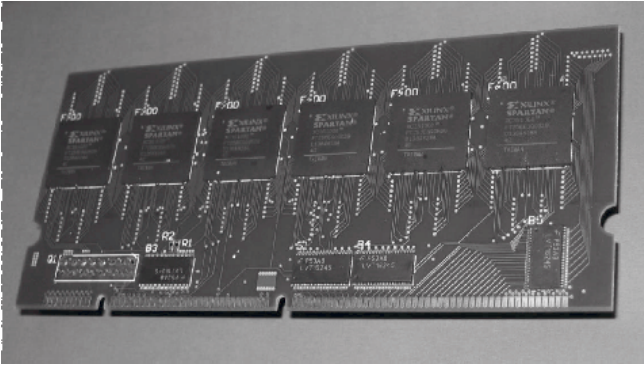


Рис. 2. Модуль ППВМ

Соединительная плата: соединительная плата связывает все модули ППВМ и плату контроллера. Все модули соединены 64-битной шиной данных и 16-битной адресной шиной. Одну такую мастер-шину легко контролировать, так как не требуется система разрешения конфликтов. Обработка прерываний полностью избегается для того, чтобы сохранить максимально простую конструкцию. Если распределение передачи данных заранее не известно, мастер-шине нужно будет опрашивать ППВМ. Кроме того, питание подается на каждый модуль ППВМ и интерфейс контроллера. Соединительная плата распределяет два тактовых сигнала от платы контроллера к слотам. Каждому модулю ППВМ присваивается уникальный аппаратный адрес, который создается с помощью типовой матричной логики, подключенной к каждому разъему DIMM. Таким образом, все ядра ППВМ могут иметь одинаковую конфигурацию и все модули ППВМ могут иметь одинаковую топологию. Они могут быть легко заменены в случае дефекта. На рис. 3 показан прототип соединительной платы, оснащенной одним модулем ППВМ и платой интерфейса системы управления, которая будет описана далее.

Интерфейс управления: передача данных от ППВМ и до нее и к хост-компьютеру осуществляется интерфейсом управления. Была выбрана небольшая макетная плата с ППВМ (CESYS USB2FPGA). Макетная плата включает в себя Xilinx XC2S200 Spartan II FPGA (PQ208), встроенный контроллер USB (CYPRESS FX-2) и 1 Мбайт статической памяти с произвольным доступом (SRAM). Кроме того, плата имеет 96-контактный разъем для подключения к ней. В более

в поздних версиях конструкции можно заменить макетную плату ППВМ микроконтроллером со стандартным USB или интерфейсом Ethernet. Аппаратный контроллер должен обеспечивать согласование различных тактовых частот: интерфейс USB использует тактовую частоту 24 МГц, базовая плата – 33 МГц, а сам контроллер работает на внутренней тактовой частоте 133 МГц. Главные задачи интерфейса управления заключаются в том, что он используется для декодирования и выполнения команд хоста, полученных с помощью USB, для программирования ППВМ через шину данных в параллельном подчиненном режиме, для инициализации ППВМ и старта вычислений и регулярного опроса ППВМ для получения результатов.

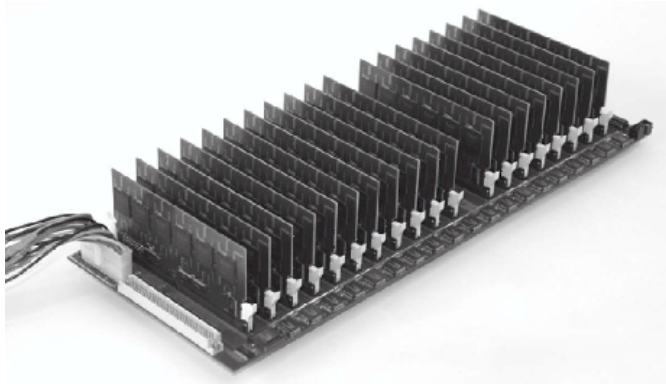


Рис. 3. Соединительная плата

Хост-компьютер: объектом верхнего уровня Сорасобана является хост-компьютер, который используется для программирования и управления всеми работающими ППВМ. Для этого была написана библиотека программ, чтобы давать команды плате контроллера Сорасобана, которая подключена через USB. Все программы системного программного обеспечения основаны на библиотеке с закрытым исходным кодом, предоставленной производителем платы (CESYS). Дополнительные функции включают в себя обнаружение аппаратных средств и некоторые процедуры настройки, такие как перезапуск соединительной платы. Функции более высокого уровня включают в себя команды на прикладном уровне. Например, для DES Cracker можно хранить определенный исходный текст в единицах DES, проверять его статус, и т.д.

В данной работе был описан проект экономически-эффективного устройства Сорасобана, которое может быть реализовано менее чем за 10 000 долларов и содержать 120 недорогих ППВМ. Оно было предназначено для решения проблем шифрования, но не ограничивается этим. Будут существовать более интересные проблемы, которые могут быть эффективно решены с помощью этого устройства.

Библиографический список

1. Breaking ciphers with COPASOBANA – a cost-optimized parallel code breaker / S. Kumar, C. Paar, J. Pelzl, G. Pfeiffer, M. Schimmler. Chair for Embedded Security Ruhr-University Bochum, Germany. – Electrical Department of the University of Kiel, Germany, 2006.

2. How to Break DES for €8,980 / S. Kumar, C. Paar, J. Pelzl, G. Pfeiffer, M. Schimmler, A. Rupp. Chair for Embedded Security Ruhr-University Bochum, Germany. – Electrical Department of the University of Kiel, Germany, 2006.

ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОТКРЫТЫХ WI-FI СЕТЕЙ

Студент гр. КОБ-11-1с К.А. Чижиков

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *М.В. Тюлькин*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

В наше время Wi-Fi составляет часть нашей повседневной жизни. В кафе, скверах, отелях, вокзалах мы начинаем сразу подключаться в открытым сетям Wi-Fi, но никогда не задумываемся о безопасности своих данных.

Беспроводные сети из-за своих свойств не могут обеспечить контроль доступа к данным, которые передал либо клиент, либо точка доступа. Эти данные могут быть получены с любого устройства в зоне обслуживания сети.

Перехват и анализ трафика – главные угрозы общественных сетей. Не стоит подключаться к первой же открытой общественной сети, подумайте, кому она может принадлежать.

Возможно, человек за соседним столиком с помощью ноутбука и 3G-модема, запустивший точку доступа, собирает из проходящего трафика пароли, cookie и прочую «интересную» информацию.

Так как же защитить свои данные? Главное правило – никогда не используйте открытые сети для доступа к финансовой информации или совершения платежей.

Отключите общий доступ. При использовании домашней сети у вас может быть открыт доступ к файлам, принтерам и мультимедиа-ресурсам. Но как только вы подключаетесь к общественной сети, сразу же отключайте общий доступ, иначе вы даете большую возможность злоумышленнику проникнуть в ваше устройство.

Используйте VPN. Не ко всем сайтам возможно подключиться, используя протокол SSL или Secure Socket Layer, который обеспечивает безопасность передачи данных. При отсутствии шифрования злоумышленник имеет возможность свободного перехвата данных. В связи с этим необходимо использовать VPN для подключения к общедоступным Wi-Fi-сетям. VPN – это Virtual Private Network или виртуальная частная сеть, доступ к которой очень трудно получить извне. Включив на своем устройстве функцию VPN, вы обеспечиваете

передачу данных в зашифрованном виде с использованием надежных алгоритмов. Образуется нить, связывающая вас с сервером обработки, предоставляющим услугу VPN, где информация расшифровывается и передается по назначению.

Используйте SSL. Протокол SSL используют многие сайты, чтобы обеспечивать обмен данными в зашифрованном виде. Для лучшей защиты рекомендуется установить расширение для браузера SSL Everywhere, в данном случае данные будут передаваться в зашифрованном виде практически на всех используемых вами сайтах.

Двухэтапная аутентификация. Для авторизации вам требуется использовать информацию двух видов: та, которая у вас есть, и ту, которую вы знаете. Чаще всего это сводится к тому, что у вас просят заранее установленный пароль, а также код, присланный по SMS. Таким образом, если кто-то украдет у вас пароль, его одного будет недостаточно для того, чтобы использовать вашу учетную запись.

Включите фаервол. Практически все операционные системы имеют встроенный фаервол, который отслеживает входящие и исходящие соединения. Фаервол не гарантирует 100-процентной уверенности в безопасности, но эту опцию стоит держать включенной.

Библиографический список

1. Можно ли доверять VPN-сетям свои секреты? – 2013. – 3 октября [Электронный ресурс]. – URL: <https://xakep.ru/2013/10/03/mozhno-li-doveryat-vpn-setyam-svoi-sekrety> (дата обращения: 28.04.2015).

2. Безопасность в сетях Wi-Fi. Ч. 1. Открытые сети. – 2014. – 2 мая [Электронный ресурс]. – URL: http://interface31.ru/tech_it/2014/05/bezopasnost-v-setyah-wi-fi-chast-1-otkrytye-seti.html (дата обращения: 28.04.2015).

3. Бесплатный WiFi – 9 правил безопасности. – 2013. – 6 марта [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.aif.ru/society/web/41189> (дата обращения: 28.04.2015).

СКВОЗНОЕ ШИФРОВАНИЕ ТЕЛЕФОННОГО ТРАФИКА В СЕТЯХ GSM

Студент гр. КОБ-11-2с Д.С. Якушин

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент *Е.Л. Кротова*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Мобильные технологии прочно укоренились в нашей повседневной жизни. Во время переговоров по сотовым телефонам передается множество различной информации, которая в некоторых случаях может оказаться конфиденциальной. Это могут быть сведения, составляющие коммерческую, служебную или профессиональную тайну, персональные данные, а также любая другая информация, подлежащая защите в соответствии с законодательством Российской Федерации. Однако в сотовых сетях имеются уязвимости, которые могут быть использованы злоумышленниками для незаконного прослушивания переговоров. Поэтому передача такой информации в разговоре по сотовому телефону может привести к утрате ее конфиденциальности.

Несмотря на стремительное распространение технологий мобильной связи третьего и четвертого поколений, сегодня все еще широко используется стандарт сотовой связи GSM (Global System for Mobile Communications), который относится ко второму поколению. По эффективности средств аутентификации и криптографической защиты телефонных переговоров этот стандарт значительно уступает стандартам новых поколений, таким как UMTS (Universal Mobile Telecommunication System). Уязвимости GSM необходимо учитывать при обеспечении безопасности переговоров по мобильным телефонам даже в тех случаях, когда задействованы более совершенные технологии третьего и четвертого поколений. Это связано с тем, что почти все современные мобильные устройства поддерживают этот стандарт и в случае недоступности сотовых сетей нового поколения могут переключаться в режим GSM. Зная эту особенность, злоумышленник может подавить сигналы всех доступных сотовых сетей, кроме GSM, путем наведения помех на их частоты, таким образом перевести вокруг себя все мобильные телефоны в слабозащищенный режим GSM [1].

Прежде чем перейти к рассмотрению уязвимостей этого стандарта, необходимо рассмотреть структуру сотовой сети GSM. Главными ее компонентами являются мобильная станция, подсистема базовых станций и базовая сеть, как показано на рисунке.

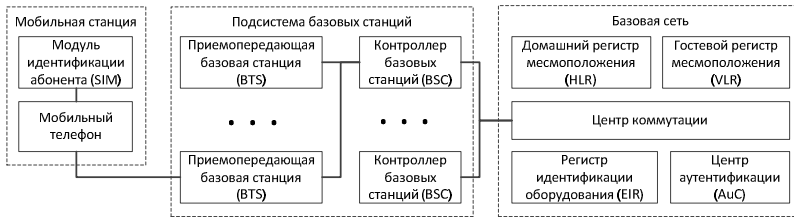


Рис. Структура сети GSM

Под мобильной станцией подразумевается совокупность мобильного телефона и модуля идентификации абонента SIM (Subscriber Identity Module). В этом модуле реализованы алгоритмы аутентификации и генерации ключа A3 и A8 соответственно, а также ключ аутентификации K_1 . Алгоритм шифрования телефонного трафика A5 реализован непосредственно в мобильном телефоне. В подсистему базовых станций входят приемопередающие базовые станции BTS (Base Transceiver Station) и контроллеры базовых станций BSC (Base Station Controller), которые управляют переключением BTS при перемещении абонента и распределяют частоты между BTS. Базовая сеть представляет собой централизованную часть сети GSM. Центр коммутации MSC (Mobile Services Switching Center) управляет соединением между абонентами внутри сети, а также обеспечивает соединение сотовой сети с внешней телефонной сетью общего назначения. Домашний регистр местоположения HLR (Home Location Registry) содержит информацию обо всех абонентах, подлежащих обслуживанию в сети. Гостевой регистр VLR (Visitors Location Registry) местоположения содержит оперативную информацию об абонентах, находящихся в зоне действия определенного центра коммутации. Регистр идентификации оборудования EIR (Equipment Identity) хранит базу разрешенных и запрещенных для работы в сети международных идентификаторов мобильного оборудования. Центр аутентификации AuC (Authentication Center) содержит ключи аутентификации K_1 всех абонентов сети, в нем также реализована поддержка алгоритмов аутентификации A3, генерации ключей A8 и шифрования A5.

Взаимодействие компонентов базовой сети происходит с использованием устаревшей сигнальной сети SS7 (Signalling System No. 7). Уязвимости SS7 позволяют злоумышленнику осуществлять целый спектр несанкционированных действий при помощи стандартных команд SS7, в том числе прослушивание исходящих и входящих вызовов. Для осуществления этого необходимы компьютер на базе операционной системы Linux и доступ к сети SS7. Прослушивание осуществляется путем манипуляций с данными об абоненте, хранящимися в VLR и MSC, и внедрения фальшивых VLR и MSC [2].

Реализация процесса аутентификации в сетях GSM не предполагает проверку подлинности базовой станции. Кроме того, в стандарте GSM предусмотрен режим работы без шифрования. Это дает возможность злоумышленнику установить фальшивую BTS, которая будет выдавать себя за легитимную базовую станцию оператора, что, в свою очередь, позволит перехватывать весь телефонный трафик подключенных к ней мобильных станций [1].

Алгоритм шифрования телефонного трафика A5, используемый в GSM, также не обладает должной криптостойкостью. В стандарте предусмотрена возможность использования нескольких разновидностей алгоритма A5: A5/1, A5/2 и A5/3. Алгоритм A5/2 является самым уязвимым и не поддерживается современными мобильными телефонами [3]. В настоящее время существуют реализуемые на практике атаки на алгоритмы A5/1 и A5/3, которые позволяют расшифровывать трафик за короткое время [4–6].

Таким образом, учитывая перечисленные выше уязвимости, канал передачи голосового трафика между телефонами в сетях мобильной связи нельзя считать защищенным. Для обеспечения гарантированной конфиденциальности телефонных переговоров требуются существенные изменения инфраструктуры сети GSM, что потребует значительных затрат для операторов сотовой связи. Эффективным решением этой проблемы может стать введение сквозного шифрования между мобильными станциями во время переговоров. При использовании такого подхода голосовой трафик зашифровывается и дешифруется непосредственно на абонентской мобильной станции.

Сквозное шифрование может быть осуществлено путем непосредственного шифрования кодированного аудиопотока, передаваемого мобильной станцией. Этот метод работает в том случае, если сеть GSM поддерживает режим TFO (Tandem Free Operation).

Во время телефонного разговора мобильная станция кодирует аудиопоток для его последующей передачи по радиоканалу на базовую станцию. Битрейт выходного потока зависит от используемой системы кодирования речи, которая назначается в зависимости от качества радиосигнала. В стандарте GSM определены следующие кодеки: GSM-HR (Half Rate) – 6,5 Кбит/с, GSM-ER (Full Rate) – 13,2 Кбит/с и GSM-EFR (Enhanced Full Rate) – 12,2 Кбит/с. Затем происходит адаптация потока для дальнейшей его передачи в базовую сеть GSM, где скорость передачи аудиопотока составляет 64 Кбит/с [7]. Эта операция выполняется блоком транскодирования и адаптации скоростей TRAU (Transcoding Rate and Adaptation Unit), который обычно является частью BTS. В обычном режиме TRAU транскодирует аудиопоток из формата, в котором он был закодирован мобильной станцией, в формат G.711 для передачи в базовой сети и наоборот. Соединение двух транскодеров также называется тандемом. TFO позволяет избавиться от тандема транскодеров. В этом режиме сжатый аудиопоток, отправленный мобильной станцией, передается в базовой сети в неизменном виде [8], что позволяет осуществлять его шифрование.

Для реализации шифрования на стороне мобильной станции требуется программная модификация мобильного телефона, поэтому еще одним условием работы этого метода является открытость исходных кодов прошивки телефона. Этим параметром обладают смартфоны на базе открытой операционной системы Android, которые получили сегодня широкое распространение и поэтому могут быть использованы в этих целях [9].

Таким образом, использование вышеописанного метода позволяет значительно повысить защищенность телефонных переговоров в сетях GSM.

Библиографический список

1. Perez D., Pico J. A practical attack against GPRS/EDGE/UMTS/HSPA mobile data communications [Электронный ресурс] // Black Hat Technical Security Conference: DC 2011 Archives. – URL: https://media.blackhat.com/bh-dc-11/Perez-Pico/BlackHat_DC_2011_Perez-Pico_Mobile_Attacks-wp.pdf (дата обращения: 17.04.2015).

2. Курбатов Д, Пузанков С. Уязвимости сетей мобильной связи на основе SS7 [Электронный ресурс] // Вебинары Positive Technologies: образовательная программа «Практическая безопасность». – URL: http://www.ptsecurity.ru/download/PT_SS7_security_2014_rus.pdf (дата обращения: 26.04.2015).
3. Prohibiting A5/2 in mobile stations and other clarifications regarding A5 algorithm support [Электронный ресурс] // 3GPP The Mobile Broadband Standard. – URL: http://www.3gpp.org/ftp/tsg_sa/TSG_SA/TSGS_37/Docs/SP-070671.zip (дата обращения: 29.04.2015).
4. A5/1 [Электронный ресурс] // Wikipedia, the free encyclopedia. – URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/A5/1#Security> (дата обращения: 29.04.2015).
5. Shah J., Mahalanobis A. A New Guess-and-Determine Attack on the A5/1 Stream Cipher 2012 [Электронный ресурс] // Cryptology ePrint Archive: Listing for 2012. – URL: <https://eprint.iacr.org/2012/208.pdf> (дата обращения: 29.04.2015).
6. Dunkelman O., Keller N., Shamir A. A Practical-Time Attack on the A5/3 Cryptosystem Used in Third Generation GSM Telephony 2010 [Электронный ресурс] // Cryptology ePrint Archive: Listing for 2010. URL: <https://eprint.iacr.org/2010/013.pdf> (дата обращения: 29.04.2015).
7. TRAU [Электронный ресурс] // Wikipedia, the free encyclopedia. – URL: <http://en.wikipedia.org/wiki/TRAU> (дата обращения: 01.04.2015).
8. Deep Inside the Network: TFO and TrFO [Электронный ресурс] // WirelessMoves. – URL: http://mobilesociety.typepad.com/mobile_life/2006/11/i_was_not_sure_.html (дата обращения: 01.04.2015).
9. Burns I., Gabert K., Zheng J. End-to-End Encrypting Android Phone Calls 2012 [Электронный ресурс] // SAM'12 The 2012 International Conference on Security and Management. – URL: <http://worldcomp-proceedings.com/proc/p2012/SAM9723.pdf> (дата обращения: 01.05.2015).

ВСТРАИВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ВОДЯНЫХ ЗНАКОВ В ВИДЕОПОТОКИ, СЖАТЫЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДРЕВОВИДНЫХ СТРУКТУР КОДИРОВАНИЯ

Студент гр. КЗИ-12-16 С.П. Шипицин

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент *Е.Л. Кротова*
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Кинематограф зародился в конце XIX века, Интернет – во второй половине XX. Тем не менее до сих пор эти сферы массовой культуры соприкасаются довольно опосредованно, в основном из-за вполне обоснованных опасений правообладателей за свой контент и, соответственно, прибыли. Законодательство в области обеспечения авторских прав достаточно проработано, однако на практике цифровая дистрибуция осложнена в связи с повсеместным несанкционированным копированием и распространением. Наименее защищенным ввиду сложности обнаружения конкретного злоумышленника остается медиаконтент, в том числе видео [2].

Исторически от несжатого видео в цифровом пространстве было решено отказаться сразу из-за чрезвычайно большого информационного объема и избыточности, поэтому стали развиваться технологии цифровой компрессии видеосигнала. Последней на сегодняшний день ступенью развития технологий сжатия стал формат H.265 или HEVC (High Efficiency Video Coding), разработанный ITU-T Video Coding Experts Group (VCEG) совместно с ISO/IEC Moving Picture Experts Group (MPEG), а также открытый кодек VP9 от компании Google.

Одним из наиболее перспективных методов защиты медиаконтента является встраивание цифровых водяных знаков (ЦВЗ) – видоизменение контейнера таким образом, чтобы встроенное сообщение не было заметно визуально, однако обнаруживалось специальными детекторами. ЦВЗ обычно представляет собой текст или логотип, идентифицирующий автора. В данной работе рассматривается другое применение ЦВЗ – так называемые «цифровые отпечатки пальцев», которые позволяют либо локализовать точку утечки информации, либо однозначно определить злоумышленника [3].

Важной характеристикой ЦВЗ является робастность (устойчивость) – способность ЦВЗ быть зафиксированным детекторами при

различных искажениях контейнера. Ниже перечислены основные атаки на системы с ЦВЗ, направленные на сокрытие встроенного сообщения:

- атаки, направленные на удаление ЦВЗ;
- геометрические атаки, направленные на искажение контейнера;
- криптографические атаки;
- атаки против протокола встраивания и проверки ЦВЗ [1].

Основой реализации алгоритмов сжатия HEVC и VP9 является применение блоков с древовидной структурой кодирования (рис. 1) вместо макроблоков в алгоритмах предыдущего поколения [5, 6].

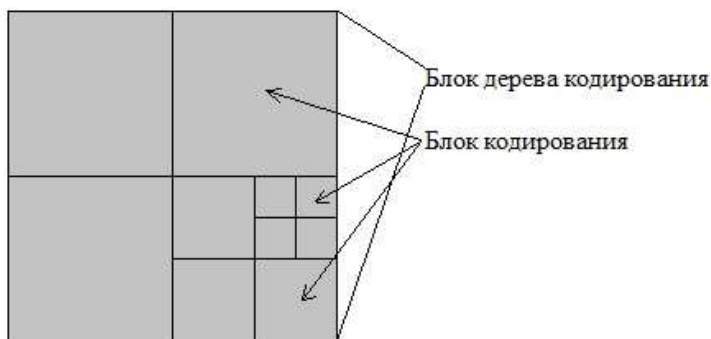


Рис. 1. Древовидная структура кодирования

В данной работе предлагается использовать блоки кодирования в качестве своеобразных пикселей, из которых будет формироваться изображение, составляющее ЦВЗ. Возможные размеры блока: 4×4 (только в VP9), 8×8 , 16×16 , 32×32 , 64×64 . Будем выбирать максимальную величину блока встраивания, исходя из разрешения видеопотока, а также из необходимости сохранения ЦВЗ при сжатии его до 240p (некое минимальное разрешение, воспринимаемое человеком как достаточное для просмотра). Допустим, имеем видео с разрешением 1080p. Чтобы усилить устойчивость ЦВЗ к аффинным преобразованиям, увеличим размер блока вдвое. Получаем $1080 \cdot 2 / 240 = 9$ и округляем в большую сторону. Таким образом, максимальный размер блоков кодирования, используемых для встраивания, составит 16×16 пикселей. Блоки меньшего размера будем использовать аналогичным образом.

И в HEVC, и в VP9 используется цветовая модель, в которой цвет представляется как компонент яркости и два цветоразностных

компонента. Мы будем встраивать ЦВЗ в компонент яркости, поскольку он ввиду особенностей использования не подвергается сжатию [4]. Необходимо учитывать, что изменения яркости визуально заметны сильнее, чем изменения цветности. Встраивание будем производить следующим образом: накладываем черно-белое изображение – ЦВЗ на кадр из видеопотока, а затем заполняем контейнер, уменьшая на шаг дискретизации компонент яркости в блоках, соответствующих контуру объекта, и увеличивая в соседних блоках (рис. 2). Таким образом, формируем детектируемые локальные экстремумы трехмерной функции яркости конкретного кадра при отсутствии визуальной заметности.

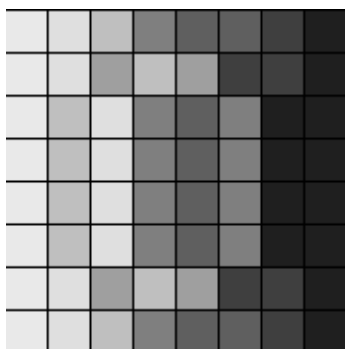


Рис. 2. Пример встраивания в градациях серого

Поскольку мы ограничиваем максимальный размер применяемых блоков, неизбежно приходится сталкиваться с ситуацией, когда полной отрисовке ЦВЗ в одном кадре мешает большое количество крупных блоков. В этом случае предлагается использовать в детекторе наложение функций яркости нескольких кадров друг на друга, чтобы полностью сформировать ЦВЗ (рис. 3) либо удостовериться в его наличии (рис. 4).

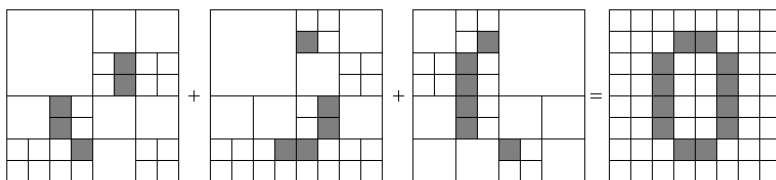


Рис. 3. Окончательное формирование ЦВЗ

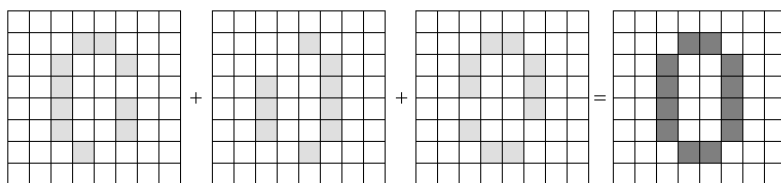


Рис. 4. Проверка наличия ЦВЗ

Несомненным преимуществом предложенного метода является высокая робастность к большинству атак на ЦВЗ. Так, например, внесение шума в высокочастотные составляющие яркости не принесет ощутимых результатов, поскольку на этапе встраивания в половине случаев изменение яркости влечет за собой изменение не только нулевого, но и первого разряда. За счет запаса по выбору размера блока даже при сжатии до 240p блок кодирования, содержащий фрагмент ЦВЗ, не вырождается в пиксель. Таким образом, аффинные преобразования также бесполезны, так как небольшие искажения не повлияют на многопиксельные структуры (минимум 2×2), а существенные преобразования не позволят человеку нормально воспринимать видео. Менее очевидна устойчивость к созданию в контейнере ложных ЦВЗ, однако эта проблема решается с помощью кодирования и шифрования информации, используемой во встраиваемом сообщении.

Важно, что данный метод позволит внедрять ЦВЗ на этапе предоставления видео конкретному пользователю, поскольку встраивание возможно с помощью модификации уже готового битового потока. Рассмотрим простейший пример. Правообладатель предоставляет контент, используя онлайн-трансляции. Пользователь, желающий посмотреть какое-либо видео, авторизуется под своим именем, вносит плату за просмотр и получает доступ к контенту. С этого момента в каждый видеофайл, предоставляемый этому пользователю, встраивается ЦВЗ, содержащий ссылку на соответствующую строку в базе данных клиентов, дату и время предоставления. Таким образом, в случае несанкционированного распространения правообладатель получает возможность легко вычислить злоумышленника и привлечь его к ответственности.

В настоящее время не существует алгоритмов встраивания ЦВЗ, предназначенных для видеопотоков, сжатых с использованием

технологий последнего поколения. Практическая реализация предложенного в данной работе метода встраивания позволит закрыть «дыру» в защите, мешающую правообладателям и распространителям видеоконтента переходить на новые, более эффективные стандарты сжатия, а также в полной мере реализовывать авторские права, увеличив тем самым удобство использования своих сервисов для потребителя.

Библиографический список

1. Грибунин В.Г., Оков И.Н., Туринцев И.В. Цифровая стеганография. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2009. – 272 с.
2. Конахович Г.Ф., Пузыренко А.Ю. Компьютерная стеганография. Теория и практика. – Киев: МК-ПРЕСС, 2006. – 288 с.
3. Covert and robust mark for media identification: patent 7430302 United States. – US 20070019836 A1; filed July, 19, 2006; published Jan, 25, 2007.
4. ITU-T. Recommendation H.265. – Geneva, 2014. – 518 p.
5. Richardson I.E. An introduction to High Efficiency Video Coding (FULL) [Electronic resource]. – Electronic data. – Aberdeen: Vcodex Ltd, 2013. – URL: <https://www.vcodex.com/press.asp>. – Title screen.
6. Sukumaran S. Intra Prediction Efficiency and Performance Comparison of HEVC and VP9: Interim Report. – Electronic data. – Arlington: University of Texas Arlington, 2014. – URL: <http://www.slideserve.com/halee-dickson/intra-prediction-efficiency-and-performance-comparison-of-hevc-and-vp9-interim-report>. – Title screen.

СОДЕРЖАНИЕ

Секция I. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ	3
Загрунная М.А., Юронен Е.А. Использование методов имитационного моделирования бизнес-процессов управления на предприятиях угольной отрасли	4
Хохрякова Е.С., Федорова А.В. Информационные технологии и их роль в деятельности предприятий сегмента торговли сельскохозяйственной техникой	10
Черемных Е.С., Джисоева Н.Н. Информационные технологии в специальном коррекционном образовании	14
Решетникова К.В., Юронен Е.А. Анализ методов совершенствования бизнес-процессов на предприятиях металлургической отрасли	19
Конончук А.М., Корначева Л.Н. Перспективы использования современных информационных технологий в государственных учреждениях	25
Прокопьев В.В., Рейзенбук К.Э. Процедура открытия расчетного счета в коммерческом банке	29
Токмагашева Ю.В., Трофимов И.Е. Проблема использования учебной литературы	31
Шилов В.С. Использование перестановок с повторениями для кодирования решения в генетическом алгоритме в задачах ортогонального раскрытия материала	33
Пономарев Ф.А., Чуприна С.И. Многопользовательский адаптируемый графический редактор онтологий MulTOnt ...	37
Жигалова М.А., Сухов А.О. Система автоматизированного нормоконтроля текстовых документов	42
Никулин В.С., Рогалева М.А., Заневский Э.С. Разработка импульсного блока питания для усилителя напряжения низких частот	47
Васенев Н.В., Шмидт И.А. Игрательность	51
Вихорев Р.В., Тюрин С.Ф. Универсальная логическая ячейка FPGA	54
Кожевников Д.Д., Красилич Н.В., Викентьева О.Л. Разработка подсистемы проектирования информационной системы для проведения деловых игр: автоматная модель ...	59

Докшина М.А., Козлова С.В., Севастьянова И.Г. Инновационное развитие продуктовых и технологических инноваций	65
Мадатова Г.И., Полевщиков И.С. Автоматизация процесса формирования индивидуального плана работы преподавателя вуза	70
Нестеров Р.А., Лядова Л.Н. Разработка аналитических моделей бизнес-процессов: этап нормализации	74
Плотникова М.А., Файзрахманов Р.А. Обзор подходов для анализа и выработки предложений при организации управления процессом оказания медицинской помощи в здравоохранении	81
Пономарева О.А., Викентьева О.Л. Подсистема проведения студии компетентных деловых игр	88
Валеев Д.Р., Тюрин С.Ф. Программа автоматизированного синтеза комбинационной схемы по заданной схеме алгоритма	92
Аверин Н.А., Файзрахманов Р.А. Обзор математических методов анализа пульсовой волны для решения задач определения состояния сосудов	97
Субботин А.М., Шилов В.С. Использование параллельных вычислений в задачах раскрытия	104
Новиков А.Ю., Мурзакаев Р.Т. Выбор математической модели эвакуации людей при пожаре	109
Гизатуллин Б.М., Шмидт И.А. Поддержка принятия решений для хранения документов в системе электронного документооборота с помощью нейронных сетей	115
Шестаков Д.А., Братчиков И.А. Разработка технологии создания мобильных приложений на основе инфраструктуры APACHE CORDOVA для платформы FLEXBERRY	121
Усанин Ф.Н., Ветчанинов А.А., Шилов В.С. Моделирование процесса уплотнения геометрических объектов на основе плоской гравитационной модели	124
Поляков А.Н., Мурзакаев Р.Т. Разработка программного модуля формирования управляющей программы для станков с ЧПУ	128
Абдалов Н.В., Греков А.В. Интерактивные обучающие программы в военных образовательных организациях высшего образования	133

Букин Л.И., Греков А.В. Программное обеспечение учета и контроля пациентов в поликлинике	137
Глухов Р.И., Елисеев А.С. Разработка веб-редактора UML-моделей	140
Горин В.В., Греков А.В. Программное обеспечение автоматизированного учета и контроля служебной нагрузки военнослужащих	146
Евстафьев Е.О., Братчиков И.А. Выбор программного продукта для определения формата входных данных в задаче автоматизированного построения модели данных с использованием инструментов платформы FLEXBERRY	150
Кон М.М., Радостев П.Е. Исследование возможности применения стандарта стилей SLD в геоинформационной JAVASCRIPT-библиотеке LEAFLET	156
Емельянов Е.О., Шушкова Л.К., Селиванов К.М. Микрокомпьютеры в инженерных и научных исследованиях (на примере RASPBERRY PI)	160
Субботин К.В., Гадиатулин Р.А. Разработка программных инструментов импорта данных для ИАС «Университет»	166
Бакунов Р.Р., Кашин О.А., Файзрахманов Р.А. ROC-анализ классификаторов	171
Сорока Д.П. Аналитический обзор методов оценки эргономики графических пользовательских интерфейсов	175
Секция II. АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ	179
Яловой О.А., Решетникова Е.П., Захаров О.В. Автоматизированный измерительный комплекс для контроля круглости деталей	180
Захаров С.Е., Коровин А.М. Проект создания системы планирования в службе автоматизации бизнес-процессов научно-производственного объединения	185
Пешкова К.Е., Береза Я.А., Рейзенбук К.Э. Автоматизация деятельности сети магазинов детской одежды «МАЛЬШ»	190
Микрюков Г.П., Кычкин А.В. Автоматизированная система эргомониторинга зданий	193
Рашидов А.Р., Шмидт И.А. Разработка автоматизированной системы мониторинга состояния для насосов ПН-5 в цехе №32 корпорации ОАО «ВСМПО-АВИСМА»	199

Обухов Е.С., Бочкарев С.В. Автоматизация подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ в машиностроении	203
Ахметзянов Д.И., Михайлова И.Т., Файзрахманов Р.А. Обзор математических подходов для решения задач сетевого анализа, планирования и управления	209
Софин Н.А., Кавалеров М.В. Создание Фреймворка на языке С# для разработки программного обеспечения верхнего уровня систем управления	217
Софин Н.А., Хижняков Ю.Н. Модернизация аппаратно-программного обеспечения системы управления перевернутым маятником на тележке	223
Шиляев Д.В., Билалов А.Б., Петроченков А.Б., Билоус О.А. Оптимизация системы отопления здания. Общее описание этапов внедрения автоматизированной системы управления тепловым пунктом	229
Кулик В.Д., Елтышев Д.К. Оценка энергетических параметров объекта по результатам мониторинга	237
Бояршинова В.В., Елтышев Д.К. Комплексная интеллектуальная оценка состояния электротехнического оборудования ...	243
Секция III. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭНЕРГЕТИКА	249
Давыдов Н.В., Сапунков М.Л. Разработка устройства для контроля сопротивления изоляции под рабочим напряжением в электрических сетях 6–10 кВ	250
Басов А.Ф., Киселев В.В. Проектирование мультисервисной сети предприятия	254
Батуев А.А., Субботин Е.В. Определение кинетических параметров методом термогравиметрического анализа	258
Белослудцев В.Г., Терлыч А.Е. Исследование изоляции нефтепогружных кабелей на наличие остатка скважинной жидкости	264
Бондаренко А.В., Труфанова Н.М., Бачурина М.В. Моделирование процесса трехслойного течения полимерных расплавов с помощью программных пакетов ANSYS FLUENT и ANSYS CFX	269
Будаян В.А., Труфанова Н.М. Моделирование процесса теплопроводности для случая прокладки кабеля через стену или перекрытие	275

Гатаулин Т.В., Труфанова Н.М. Математическое моделирование нестационарных процессов тепломассопереноса в прямоугольном кабельном канале	280
Гущин А.В., Щербинин А.Г. Математическая модель тепловых процессов кабельных линий напряжением 0,4 кВ	286
Кичанов С.В., Попов О.А. Разработка методики и расчет конструкции многопроволочных ТПЖ 1-го–2-го класса гибкости из сегментных проволок	291
Лобов С.А., Казаков А.В. Исследование вязкости полимера в зависимости от температуры и скорости сдвига	295
Лукин М.Д., Субботин Е.В. Сравнительный анализ физико-механических параметров электроизоляционных материалов при низких температурах	301
Одинцов В.С., Киселев В.В. Разработка корпоративной телефонной сети на базе цифровой УАТС	305
Фокеев Р.А., Балакин Д.И. Модуль вывода сигналов оповещения/пожаротушения	309
Фроленко М.В., Черняев В.В. Исследование зависимости вязкости электроизоляционных полимеров от скорости сдвига и температуры	314
Халемин А.В., Субботин Е.В. Экспериментальное исследование механических характеристик неметаллических оболочек кабельных изделий	319
Елькина И.С., Казаков А.В. Компьютерное моделирование в учебном процессе	322
Карнаухов Н.С., Мингалева А.С., Шубников А.В., Лопатин В.Г. Реализация релейной защиты на микропроцессорной основе для открытого распределительного устройства напряжением 500 кВ	328
Трошков Н.Н., Худеньких В.А., Паршинок Н.В. Разработка схемы защиты трансформаторной подстанции от токов короткого замыкания	332
Шутов К.В., Аюпов В.А., Паршинок Н.В. Исследование влияния токов короткого замыкания на режимы работы промышленных предприятий	336
Бариева М.Ф., Черняев В.В. «Умный» учет электроэнергии	342
Мальцева Т.В., Осолков В.Н. Проектирование широкополосного доступа в новостройках Ленинского района города Перми	347

Кирсяев И.В., Черняев В.В. Расчет режима работы СПЭ-кабеля с алюминиевыми экранами	350
Макаров Е.В., Гаркушин А.А. Блок управления цифровой для лазера накачки оптоволоконного гироскопа	354
Овчинников А.В., Шаронов А.А. Проектирование коммутационного блока системы управления краноманипуляторной установкой	356
Малыгин Е.С., Костыгова Т.В. Маркетинговые исследования эффективности энергосбережения	359
Усович О.И., Труфанова Н.М. Исследования влияния режима работы кабелей в кабельном канале с удвоенным количеством кабелей на максимальную температуру изоляций кабелей	363
Решетов Р.С., Киселев В.В. Разработка системы погружной телеметрии	369
Балюра А.П., Щербинин А.Г. Расчет токовых нагрузок силовых кабелей с бумажной пропитанной изоляцией на напряжение 1 кВ	373
Антипин Н.И., Ершов С.В., Труфанова Н.М. Исследование процессов течения и теплообмена в винтовом канале экструдера и адаптере	378
Баяндина Ю.С., Хорошев Н.И. Методические основы планирования технического обслуживания и ремонта электроэнергетического оборудования на основе иерархии критериев	383
Левин А.А., Ключников А.Т. Определение сопротивления статорных обмоток двигателя	388
Митрофанов М.А., Костыгова Т.В. Расчет технологического режима эмалирования и технико-экономических показателей производства провода ПЭВТЛ-1-155	393
Петренко А.А., Казаков А.В. Математическое моделирование процесса плавления полимера	397
Рыков А.А., Субботин Е.В. Сравнительный анализ теплофизических характеристик полимерных материалов для изготовления оптических кабелей	402
Секция IV. ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ	407
Зиангирова Л.Ф. Проектирование компьютерных сетей	408

Рангулов А.В., Безукладников И.И. Угрозы ИБ в инфраструктуре BITTORRENT	411
Ладанов Д.А., Деменев А.А., Липин Ю.Н. Настройка OPENVPN на ANDROID	414
Тиунов С.Ю., Гаврилов А.В. Анализ функциональных возможностей свободно распространяемых SNMP-менеджеров	419
Харин Б.Ю., Фрейман В.И. Виртуальный стенд для исследования качества передачи в сетях цифрового и интерактивного телевидения	423
Елтышев А.В., Посягин А.И. Представление имитационной модели аналого-цифрового преобразователя на основе нейронной сети	429
Лихачева Ю.В., Даденков С.А. Разработка и анализ моделей протоколов множественного доступа CSMA-узлов к сетевому каналу	435
Шилова Ю.А., Кавалеров М.В. Разработка алгоритмов маршрутизации семейства Q-ROUTING для мобильных AD HOC сетей	441
Рогожин В.П., Фрейман В.И. Помехоустойчивое кодирование в каналах связи с пакетирующимися ошибками методом посимвольного перемежения	447
Санников Д.А., Тюрин С.А. Оценка емкости и анализ радиопокрытия сетей LTE	453
Васбиева А.Ф., Посягин А.И. Основной измерительный нейрон в структуре нейронной сети аналого-цифрового преобразователя	458
Корзникова К.Ф., Щербинин А.Г. Определение токовых нагрузок силовых кабелей с изоляцией из ПВХ-пластиката на напряжение 6 кВ	464
Макагонов Н.Г., Посягин А.И. Обзор структуры коммутатора в нейронной сети самомаршрутизирующегося аналого-цифрового преобразователя	470
Ретунский В.О., Черняев В.В. Проектирование цеха по производству кабеля марки КУГВЭВнг-FRLS	475

Васиньков В.А., Гайнанова Д.Н., Горожанкин А.И., Даденков С.А., Кон Е.Л. Изучение принципов функционирования распределенных информационно-управляющих систем с использованием средств имитационного моделирования	478
Чмыков В.В., Даденков С.А., Кон Е.Л. Разработка и применение имитационной модели распределенной информационно-управляющей системы на основе сетевой технологии LONWORKS	484
Секция V. ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ...	489
Антясов И.С., Соколов А.Н. Оценка эффективности электромагнитного экрана при построении альтернативной измерительной площадки для проведения специальных исследований технических средств	490
Гомзяков А.Ю., Костецкий В.П. Процедура проверки готовности к использованию прибора «УЛАН-2» на основе моделирования двух ситуаций по подключению закладных устройств	496
Кобелева Н.С., Вихорев Р.В. Разработка лабораторной работы по теории графов для специалистов комплексного обеспечения информационной безопасности	500
Миронова А.А., Шабуров А.С. Разработка модели обнаружения компьютерных атак на основе теории распознавания образов	505
Семаков М.Н., Ефимов П.В. Информационная безопасность дистанционного управления системой отопления	511
Овсянникова А.В., Тюрин С.Ф. Байесовские сети доверия для оценки угроз информационной безопасности	517
Журилова Е.Е., Шабуров А.С. О внедрении доверенной информационной среды для городской инфраструктуры	520
Зее С.Д., Тур А.И., Кокоулин А.Н. Windows server 2003. Сетевые угрозы и их реализация	526
Крапчатова Н.С., Тюрин С.Ф. Применение теории графов для разработки систем защиты информации и оценки ее эффективности	532
Осенков А.А., Черников А.А., Безукладников И.И. Расширение безопасности для сетей LONWORKS	539

Рашевский Р.Б., Шабуров А.С. Исследование безопасности контроллеров SKUD HID VERTX	545
Рашевский Р.Б., Гурко В.А. Пульт оповещения оператора системы видеонаблюдения на базе микроконтроллера MSP430	550
Рашевский Р.Б., Поликов А.В. Эффективный подход к построению систем IP-видеонаблюдения	555
Тюлькин М.В. Анализ угроз, связанных с несанкционированным выполнением программного кода в модульной программной среде	560
Матвеев Е.В., Осколков А.А., Кротова Е.Л. Защита сообщения в реальном времени. Ложные сообщения	564
Матвеев Е.В., Осколков А.А., Шабуров А.С. Уязвимость RFID-технологий	568
Кудрявцев Д.А., Тебенькова В.С., Кротова Е.Л. Исследование протоколов SSL/TLS	572
Бондарев С.Э., Кротова Е.Л. Анализ программ цифровой стеганографии в видеофайлах	576
Богданов Н.В., Кротова Е.Л. Методика противодействия атакам типа SQL INJECTION	581
Крысов А.В., Суслопаров В.А., Кротова Е.Л. Выбор надежного пароля	585
Андреев Р.А., Феофилова П.А., Тюрин С.Ф. Анализ криптопроцессора Sorasobana	589
Чижиков К.А., Тюлькин М.В. Защита информации при использовании открытых WI-FI сетей	595
Якушин Д.С., Кротова Е.Л. Сквозное шифрование телефонного трафика в сетях GSM	597
Шипицин С.П., Кротова Е.Л. Встраивание цифровых водяных знаков в видеопотоки, сжатые с использованием древовидных структур кодирования	602

Научное издание

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ**

Материалы Всероссийской научно-технической
конференции
(г. Пермь, 15 мая 2015 г.)

Редактор и корректор *И.Н. Жеганина, В.В. Мальцева*

Подписано в печать 06.11.2015.
Формат 60×90/16. Усл. печ. л. 38,5.
Тираж 100 экз. Заказ 217/2015.

Издательство
Пермского национального исследовательского
политехнического университета.
Адрес: 614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, к. 113.
Тел. (342) 219-80-33.