

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

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ**

Материалы всероссийской научно-технической
конференции

(г. Пермь, 23 мая 2017 г.)

В двух томах
Том 1

Издательство
Пермского национального исследовательского
политехнического университета
2017

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

заслуженный деятель науки РФ, заслуженный машиностроитель Республики Башкортостан, д-р техн. наук, профессор кафедры автоматизированных систем управления Уфимского государственного авиационного технического университета *Г.Г. Куликов*

Секция I

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
И АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ**

Е.И. Никитиных

РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ АССОРТИМЕНТА ИЗДЕЛИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В данной статье рассмотрены разработка автоматизированной системы моделирования и визуализации различных моделей головных уборов и проектирование интерактивного веб-сайта для демонстрации ассортимента изделий текстильной и легкой промышленности. В рамках проекта разрабатывалось мобильное приложение для интернет-магазина головных уборов, сумок и аксессуаров на базе операционной системы Windows Phone.

Ключевые слова: веб-дизайн, мобильные приложения, 3D-моделирование, 3D-визуализация.

E.I. Nikitinykh

DEVELOPMENT OF ELEMENTS OF AUTOMATED SYSTEM OF SIMULATION AND VISUALIZATION OF ASSORTMENT OF TEXTILE AND LIGHT INDUSTRY

This article is devoted to the development of an automated system for modeling and visualizing various models of headwear and designing an interactive website for demonstrating the range of products of the textile and light industries. Within the framework of the project, a mobile application was developed for an online store of headwear, bags and accessories based on the Windows Phone operating system.

Keywords: web-design, mobile applications, 3D modeling, 3D visualization.

В настоящее время рынок товаров легкой промышленности обеспечивает практически в полной мере потребительский спрос на головные уборы, но недостаточно представляет ассортимент данной продукции. Жесткие требования рынка головных уборов заставляют модельеров создавать новые оригинальные модели шапок, бейсболок, кепок и аксессуаров. Основой для разработки новых моделей головных уборов является макет изделия, по которому определяются основные размерные характеристики модели. Конструкция деталей головных уборов разрабатывается для конкретной модели, нет единой структуры формул и последовательности построения деталей, ис-

пользуя которые, конструктор головных уборов может получить любую модную форму и степень прилегания. Применение информационных технологий для дизайна и разработки всех видов головных уборов повышает эффективность производства.

Трехмерное моделирование позволяет получить фотореалистичное изображение головного убора. Чем реалистичнее предоставляемая визуализация, тем лучше понимание между производителем и заказчиком. 3D-визуализация не только улучшает понимание, но и позволяет значительно повысить ценность продукта в глазах заказчиков и инвесторов. При визуализации головного убора в трехмерном пространстве очень важно учитывать параметры света, интенсивность, направленность, свойства материала, форму. Только совокупность учитываемых факторов даст реалистичное изображение, которое приятно предоставить заказчику для принятия решения.

Для моделирования головных уборов разработана 3D-визуализация, состоящая из отдельных изображений, созданных при помощи рендеринга в программе 3ds max, разработаны интерфейс для подбора и демонстрации головного убора в формате HTML и 3D-демонстрация головных уборов

В результате выполнения проектной работы были разработаны и спроектированы архитектура и интерфейс интерактивного приложения для демонстрации ассортимента изделий текстильной и легкой промышленности. Основные задачи, реализованные в разработанном новом интерфейсе, – это упрощение навигации и обеспечение быстрого доступа к контактной информации подразделений текстильного предприятия, а также своевременное информирование о намечающихся на предприятии мероприятиях [1].

В проекте предусмотрены возможное консультирование клиентов предприятия по e-mail, информирование на портале о новостях компании, касающихся продаваемой продукции, особенностях ее практического использования, а также уведомления для постоянных клиентов о новых поступлениях. Разработана информационная система, которая включает логотип, шрифты, цветовую схему, изображения, баннеры и другие элементы, которые подчеркивают уникальность компании. Осуществлен поиск оптимального визуального оформления страниц проекта (определение типографической составляющей дизайна, цветовой палитры и т.д.). Формирование фирменного стиля – одна из главных задач при создании оригинального

образа предприятия, как и единый дизайн для товаров легкой и текстильной промышленности, отражающий преимущества именно этого предприятия и его продукции.

В проекте использовались язык разметки HTML, язык ActionScript, таблица стилей CSS. Разработка модульной сетки, подбор палитры оформления с учетом специфических особенностей портала, поиск оптимального визуального оформления страниц проекта (определение типографической составляющей дизайна, цветовой палитры) разработаны в графическом пакете Adobe Photoshop CS6, который реализует все поставленные задачи заказчиком. Дизайн баннеров и их анимационная составляющая были сделаны в программе Adobe Flash CS6 при помощи языка программирования ActionScript 3.0.

Код страниц сайта, правка информации, добавление страниц, графики – эти возможности доступны только администратору-программисту сервера, на котором размещен сайт, или разработчику при помощи специальной программы правки на сервере. Посторонний человек не сможет внести изменения на сайт без наличия и знания специальной программы правки в удаленном доступе и на сервере. Разделение кода страницы на несколько файлов позволило обеспечить безопасность, скрыть код от несанкционированного доступа.

Сайт был протестирован в различных современных браузерах в Internet Explorer (в версиях 9, 10 и 11), Opera Internet Browser, Mozilla Firefox, Safari и отображался корректно. Поэтому пользователь может работать с сайтом в привычном для него браузере и не устанавливать специально другой или более позднюю версию.

Программный продукт «Интерактивный веб-сайт для демонстрации ассортимента изделий текстильной и легкой промышленности» носит рекламный, информативный характер. Можно ознакомиться с базовым ассортиментом, с необходимыми документами, а также с коллажами прошлых лет. Эта разработка позволяет пользователю находить нужную информацию, документы, правила, увеличивать количество участников, следовательно, будет большая заинтересованность в ресурсе. Проведение конкурсов, увеличение числа пользователей ведет к повышению трафика сайта и внедрению в его развитие инвестиционных средств.

В рамках проекта разрабатывалось мобильное приложение для интернет-магазина сумок и аксессуаров на базе операционной системы Windows Phone. В рамках проекта были разработаны различные

модели женских сумок. Процесс проектирования начинается с продумывания дизайна сумок, подборки материалов и аксессуаров. Основой для разработки нового модельного ряда сумок стал эскиз изделия, по которому можно определить основные размерные характеристики модели (рис. 1). Главные задачи на начальном этапе изготовления сумок – это уточнение размеров изделия и правильный раскрой.



Рис. 1. 3D-визуализация модели рюкзака

Аксессуары разрабатываются для конкретных моделей сумок. Это задача неформальная, поскольку нет единой структуры и последовательности построения аксессуаров. Для трехмерного моделирования сумок наибольшее количество возможностей и функционала представляет графический редактор 3ds Studio Max. В данном проекте разработана методика создания сумок для программы 3d Studio Max 2016.

Сумки в этой программе создаются с помощью встроенного в 3ds Studio Max модификатора Cloth. Модификатор позволяет реалистично симулировать поведение различных видов кожи и других текстильных материалов. В настройках модификатора Cloth устанавливаются основные свойства материала. Существует множество видов обработки кожи, и в зависимости от того, какими свойствами они обладают, ведут себя в изделии они также по-разному. Для моделирования применяется библиотека заготовок, в которой представлены

разные типы кожи – от натуральной кожи и лаковой кожи до экокожи и текстиля [2].

Для демонстрации разработанных моделей сумок и аксессуаров разработан интерфейс мобильного приложения для интернет-магазина на базе операционной системы Windows Phone (рис. 2). Сайт обладает удобной системой навигации, достойной анимацией, галереей с музыкальным сопровождением, что делает сайт удобным и эстетически привлекательным для посетителей.

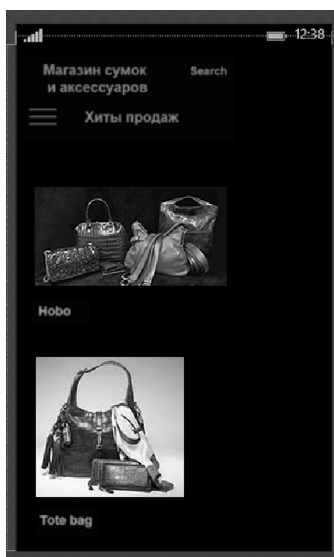


Рис. 2. Главная страница веб-приложения

Для покупателей текстильной продукции приложение предоставляет удобные сервисы и возможность замены дисконтной пластиковой карточки. Кроме перечисленных выше возможностей через приложения сети можно собирать богатую базу данных о клиентах и получить прямой короткий канал общения с ними. Очевидные на первый взгляд функции для покупателей, вроде акций, списка покупок и обратной связи, – далеко не всё, что можно осуществить на базе мобильного приложения.

Сеть активно использует возможности персонализации на основе истории покупок и других характеристик покупателей, чтобы вовремя рассказать о релевантных акциях заинтересованным сегментам

аудитории. Чистые цвета и лаконичный дизайн помогают сосредоточиться на покупке, а не на попытках разобраться в приложении. С интуитивно понятным интерфейсом можно собрать список необходимых покупок за минимальное время. Сеть непрерывно анализирует поведение и предложения пользователей, что позволит со временем выпустить обновленные версии приложения с учетом реализации инструмента для оценки конкретных текстильных товаров и продуктов текстильного производства. Такой инструмент позволит оценивать любой текстильный товар и видеть его текущий рейтинг.

Данная методика перспективна для разработки и внедрения типизации, унификации и стандартизации элементов сумок и для широкого применения вычислительной и компьютерной техники на этапе проектирования широкого ассортимента изделий текстильной и легкой промышленности.

Библиографический список

1. Никитиных Е.И., Лукьянчикова К.М. Создание интерактивного веб-сайта для демонстрации ассортимента изделий текстильной и легкой промышленности // Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2016): материалы междунар. науч.-техн. конф. – М.: МГУДТ, 2016. – Ч. 3. – С. 100–102.

2. Никитиных Е.И., Серикова Е.Ю. Разработка мобильных приложений для предприятий легкой и текстильной промышленности на базе операционной системы Windows Phone // Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2016): материалы междунар. науч.-техн. конф. – М.: МГУДТ, 2016. – Ч. 3. – С. 99–100.

Сведения об авторе

Никитиных Елена Игоревна – кандидат технических наук, доцент Российского государственного университета им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), доцент кафедры «Информационные технологии и компьютерный дизайн» Института мехатроники и информационных технологий. г. Москва, e-mail elenanik_67@mail.ru.

М.А. Крицкая, В.В. Фишер

ОБЗОР ВИРТУАЛЬНЫХ ПОЛИГОНОВ ДЛЯ БЕСПИЛОТНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

В этом исследовании мы подготовили краткий обзор окружений, которые могут полностью дать нам представление о технологии 3D-платформ и систем, а также объяснение того, почему мы выбрали 3D MAX Unity для нашей работы.

Ключевые слова: технологии, 3D-платформа, программирование, среда.

M.A. Kriczkaya, V.V. Fisher

VIRTUAL PLATFORM FOR UNMANNED CARS

In this study, we have prepared a brief overview of the environments that can fully give us an idea of the technology of 3D platforms and systems. And also an explanation of why we chose 3D MAX Unity for our work.

Keywords: technologies, 3D-platform, programming, environment.

Актуальность данной работы можно объяснить тем, что XXI век – это век новых технологий, и исследования, связанные с разработкой универсального виртуального полигона для беспилотных автомобилей, окажутся востребованными в ближайшем будущем.

Выбранная мной тема является животрепещущей еще и потому, что автомобили с системой беспилотного управления создавались раньше, и тестирования перед введением их в эксплуатацию, безусловно, проводились, но каждое испытание такого авто выходило очень дорогостоящим. Как следует из этого, себестоимость такого автомобиля на момент продажи составляла довольно крупную сумму, частью которой производители пытались покрыть затраты на проводимые испытания. Применение данного виртуального полигона позволит снизить затраты на проектирование и разработку прототипов беспилотных автомобилей, а также ускорить процесс тестирования интеллектуальных алгоритмов управления и повысить их качество и надежность.

Влияние автоматизации растет не с каждым годом, а с каждым месяцем. История уже не раз доказывала, что автоматизация не только уничтожает рабочие места, но и создает новые.

Цель данного исследования – разработка трехмерной реалистичной имитации процесса управления движением автомобиля в город-

ской среде с использованием движка Unity, проведение обзора подобных существующих решений и сравнение с проектом ТПУ. Это позволит, возможно, в дальнейшем перенять некий опыт.

Материалы и методы исследования. В качестве материалов для нашей работы используются персональные компьютеры с установленной на них программой 3D MAX Unity. В данной программе имеется встроенный компилятор для прописывания сценариев к различным объектам, которые находятся в нашем подчинении. Для работы здесь предлагаются два языка программирования на выбор исполнителя – это Java Script и C#.

Функционал данной программы хотя и довольно объемен в своих возможностях, но, несмотря на это, довольно прост и интересен. Несмотря на то, что сценарии для каждого объекта работы прописываются вручную в компиляторе, основные характеристики объекта мы можем задать именно в самой программе, и только потом подстраивать тело под нужные нам параметры с помощью скриптов. Так, Unity работает очень быстро и не обрабатывает большое количество команд, вводимых с терминала одна за другой.

Данная программа позволяет воплощать в 3D-объекты любые представленные нашим воображением образы. Здесь же можно установить и области действия тела, его физику (например, физику твердого тела), а также взаимодействие объекта манипуляций с другими объектами, созданными на площадке действий. В ходе нашего исследования нам необходимо создать площадку, которая будет содержать в себе знаки дорожного движения, светофоры, полосы движения и места, которые для движения авто будут недоступны (например, тротуары), пешеходов и непосредственно сам беспилотный автомобиль. Исходя из необходимости перечисленных выше объектов, которые непременно должны находиться на площадке, дабы были созданы условия, максимально приближенные к реальной среде, можно сделать вывод, что нам предстоит описать для следующих действий свои сценарии и схемы действия.

Необходимо, чтобы автомобиль мог реагировать на знаки дорожного движения, т.е. уметь вовремя снижать (повышать) скорость, двигаться в правильном направлении по дороге с односторонним движением и так далее. Также необходимо, чтобы беспилотник мог сам тормозить, как только дорогу начнут перебегать пешеходы, даже если это будет происходить в месте, которое для этого не предназначено,

т.е. не на «зебре» и не на перекрестках со светофорами. Ко всему прочему, автомобиль должен реагировать и различать сигналы светофора, основное – тормозить на красный цвет сигнала и начинать движение на зеленом.

Был произведён поиск проектов, связанных с обучением беспилотных автомобилей в виртуальной реальности по открытым источникам в Интернете. За отведённое время были найдены следующие проекты, которые мы можем сравнить с тем, что готовится в ТПУ.

Synthia. Для обучения алгоритмов компьютерного зрения, лежащих в основе автопилотов, требуется огромное количество специальным образом организованных данных. Нужны тысячи кадров, по которым алгоритму будет ясно, что есть пешеход, тротуар, стена дома, что есть небо или полицейский – что-то вроде стикеров, приклеенных на каждый объект. Подготовка понятной алгоритму аннотации к одному такому кадру занимает до 90 мин. Synthia реализует на Unity виртуальное пространство, подобное компьютерной игре. Использование игрового «движка» позволяет создать реалистичную модель городской среды и спонтанно наполнить ее виртуальной жизнью: непредсказуемо себя ведущими пешеходами, велосипедистами, правильно и неправильно припаркованными автомобилями и пр.

Одна из возможностей программы – способность моделировать всевозможные ситуации с учетом различных метеорологических условий, смены времени года и др. В виртуальную среду исследователи поместили виртуальный автомобиль с фиксированной ориентацией камер и создали для него возможность самостоятельно перемещаться по виртуальному городу, фиксируя происходящее вокруг на снимках и видео.

Визуальные данные из GTAV и других игр. Grand Theft Auto V – компьютерная игра, отличающаяся высоким реализмом в плане графики. Эта игра предоставляет богатые возможности для обучения ИИ для беспилотного автомобиля. Это один из самых больших и насыщенных открытых миров. Игровое действие происходит на территории острова Сан-Андреас площадью почти в 20 % от площади настоящего Лос-Анджелеса. Тут можно запускать самые разные сценарии для тестирования ИИ. В игре доступны выбор локаций, средства передвижения и прочее, а окружающая среда поддается изменению прямо во время симуляции. Здесь полуавтоматическое аннотирование в специально разработанном редакторе значительно сокращает время подготовки набора данных для обучения нейросети. Например,

аннотирование одной фотографии CamVid требует 60 минут, одной фотографии Cityscapes – 90 минут, а полуавтоматическое аннотирование кадра GTA V – всего 7 секунд в среднем.

DeepDrive. Это специализированная платформа для разработки ИИ для беспилотных автомобилей с открытым исходным кодом. В ней используются моддерские фреймворки и специальные техники, чтобы превратить GTA V в нормальный автомобильный симулятор. Доступны предварительно обученные агенты со способностями к управлению транспортом и наборы данных, на которых происходило их обучение. С помощью программной платформы Universe интеллектуальный агент использует компьютер в точности так же, как это делает человек: он будет смотреть на пиксели компьютерного экрана и взаимодействовать при помощи виртуальных клавиатуры и мыши.

Виртуальная среда Google. Тестирование автомобилей на дорогах общественного пользования – важная часть разработки программного обеспечения автономных авто, она помогает получить новый опыт для обучения. Но прежде чем выпускать беспилотник в реальный мир, наделив новыми навыками, Google тестирует обновление в виртуальной среде. Так, стало известно, что большие расстояния беспилотные авто от Google проходят в виртуальной среде – по 4,8 миллиона километров в день, при том что в реальном мире они преодолевают в день только от 16 до 24 тысяч километров. «Виртуальный» автомобиль после обновления каждый раз заново проходит более двух миллионов километров. Так, специалисты Google сделали более удобным для пассажиров поворот влево на перекрёстке, отрегулировав угол поворота. В результате качество управления роботизированных авто выше, чем у реальных водителей. В аварии они попадают, но, как правило, по вине людей. Данная разработка в большей степени похожа на нашу, но, к сожалению, в Интернете не так много открытой информации по ней, так как она используется закрыто внутри корпорации Google.

Результаты. Цель описанной работы была достигнута, проведён первичный обзор схожих с проектом виртуального беспилотного автомобиля от ТПУ технологий. Свободных аналогов найдено не было. Опыт сторонних разработок в похожих проектах может пригодиться и в проекте от ТПУ. Возможно, это исследование не обзревает абсолютно все разработки, которые можно найти в Интернете, однако, как минимум, оно описывает самые известные и создаёт хороший

базис для дальнейшего изучения. Помимо этого начата работа над созданием собственного беспилотника.

Заключение. Мы уверены, что наша идея обречена на успех. Пусть это и не единственный проект такого рода в России, но для нас это будет огромным прорывом и предметом гордости. Ведь всего в мире на данный момент насчитывается около 12 виртуальных площадок для автомобилей. С экономической точки зрения проект является очень выгодным и многообещающим, так как об этом уже было изложено выше, позволит сэкономить массу времени и средств, необходимых для полевых испытаний и работ для их проведения в виртуальной реальности, и запустить нужный файл. Люди не боятся реальности будущего – они готовы использовать ее и поддерживать. Будущее уже рядом, и наша с вами задача лишь приблизить момент прихода виртуальной реальности в нашу повседневную жизнь.

Сведения об авторах

Крицкая Мария Анатольевна – студентка Национального исследовательского Томского политехнического университета, Физико-технического института, гр. 0В41, г. Томск, e-mail: m.kriczkaya@mail.ru.

Фишер Владимир Владимирович – студент Национального исследовательского Томского политехнического университета, Физико-технического института, гр. 0В41, г. Томск, e-mail: werdennn1@gmail.com.

Н.В. Черняева

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ТРАЕКТОРИИ

В данной статье предложен новый метод управления образовательной траекторией в виде динамической модели, использующей для построения индивидуальной траектории обучения оценки студентов, выраженные в баллах.

Ключевые слова: оценка, динамическая модель, информационные технологии, анализ, обучение.

N.V. Cherniaeva

MODELING OF INDIVIDUAL LEARNING PATHS

In this article a new method of controlling the learning trajectory has been developed as a dynamic model of learning trajectory control, which uses score assessment to construct a sequence of studied subjects.

Keywords: assessment, dynamic model, information technology, analysis, training.

В связи с переходом системы образования на компетентностно-ориентированный подход актуальной является проблема оценивания результатов обучения, а также построения индивидуальной траектории обучения студента, решение которой требует применения современных информационных технологий, так как подобную задачу можно отнести к разряду трудноформализуемых. В соответствии с Федеральными государственными стандартами высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) третьего поколения, определяющими требования к результатам освоения основных образовательных программ (ООП), почти четверть ООП имеет вариативный характер, т.е. зависит от выбора студента. Это значительно отражается на результатах формирования различных компетенций.

Схема предметной области представлена на рисунке.

Результатом освоения дисциплин является приобретение множества компетенций. В отличие от работы [1] структуру модели компетентности выпускника представим в виде трех уровней, так как это прописано в ФГОС-3:

— первый уровень – компетентность;

- второй уровень – общекультурные и профессиональные компетенции;
- третий уровень – частные компетенции.

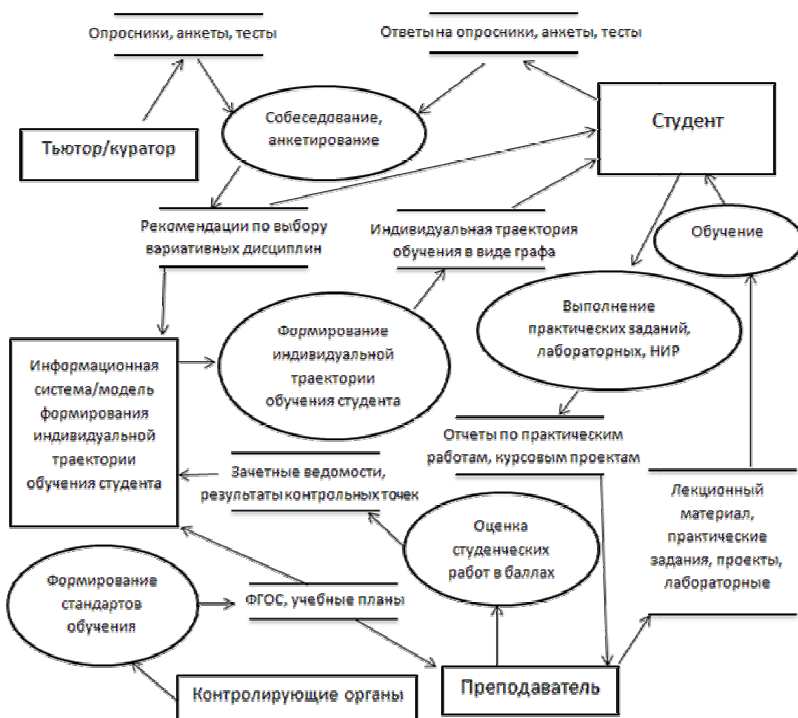


Рис. Схема предметной области

Компетентность студента можно оценить на основании оценок, полученных в процессе изучения ($N = \sum_{i=1}^T N_i$) дисциплин выбранной специальности, связанных с конкретной компетенцией.

Обозначим оценки по дисциплинам как

$$V_j(t), \quad j = 1, \dots, N_i,$$

где N_i – количество дисциплин, связанных с конкретной компетенцией, которые необходимо изучить в семестре t в соответствии с учебным планом. Переменные V_j можно оценивать в баллах про-

межуточной внутрисеместровой аттестации (контрольные точки), например, по 5- или 100-балльной шкале. Оценка может быть как качественной, так и количественной.

Интегральная оценка студента $V(t)$ в момент времени t определяется как

$$V(t) = \sum_{j=1}^{N_j} w_j V_j(t), \quad t = 1, \dots, T, \quad (1)$$

где w_j – значимость (вес) данной дисциплины в усвоении компетенции (определяется экспертным путем, соблюдая ограничение $\sum_{j=1}^{N_j} w_j = 1$).

Динамику успеваемости студента в дискретном времени будем описывать уравнением:

$$V_j(t+1) = V_j(t) + \mu_j(t) + \eta_j(t) + u_j(t), \quad j = 1, \dots, N_j, \quad (2)$$

где $\mu_j(t)$ – среднее значение оценки по j -й дисциплине (назовем эту величину эффективностью освоения j -й дисциплины). Величины $\mu_j(t)$ определяются на основе исторических данных по семестровой аттестации; $\eta_j(t)$ – случайная составляющая эффективности освоения j -й дисциплины с параметрами:

$$M(\eta_i(t)) = 0, \quad M(\eta_i(t)\eta_s(t)) = \Sigma_{is}(t), \quad i, s = 1, \dots, n,$$

где $\Sigma_{is}(t)$ – матрица ковариации эффективностей освоения дисциплин; $u_j(t)$ – баллы, полученные за дополнительные задания или разделы (если $u_j(t) > 0$), либо «штрафные» баллы (если $u_j(t) < 0$).

Введем «эталонную» оценку $V^0(t)$ и запишем уравнение «эталонного» студента следующим образом:

$$V^0(t+1) = V^0(t) + \mu^0(t), \quad (3)$$

где $\mu^0(t)$ – значение оценки (заданная эффективность) «эталонного» студента.

Начальное условие $V^0(0) = V(0) = 0$, т.е. в начальный момент времени оценка эталонного студента, так же, как и оценка реального студента, равна нулю.

Задача управления траекторией обучения студента заключается в подборе дисциплин и заданий на основании оценок результатов усвоения учебной программы таким образом, чтобы сформированная траектория обучения следовала эталонной на горизонте управления T , где T – промежуток времени, за который студент осваивает программу специальности. Для оценки тесноты связи между различными дисциплинами специальности используем коэффициент ранговой корреляции Спирмена [2]. Вычисляется он следующим образом:

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{n(n^2 - 1)},$$

где d_i^2 – квадрат разности рангов; n – число наблюдений (число пар рангов).

Коэффициент Спирмена принимает значения от -1 до 1 .

Значимость коэффициента проверяется на основе t -критерия Стьюдента по формуле. При проверке этой гипотезы вычисляется t -статистика:

$$t_{\text{рас}} = \sqrt{\frac{\rho^2(n-2)}{1-\rho^2}}.$$

Расчетное значение сравнивается с табличным значением $t_q(n-2)$. Если расчетное значение больше табличного, это свидетельствует о значимости коэффициента корреляции, а следовательно, и о статистической существенности зависимости между выборочными данными.

Введем векторы:

$$y(t) = (V_1, \dots, V_N)^T \text{ и } z(t) = (y(t), V^0(t))^T.$$

Тогда уравнения (2), (3) можно переписать в виде

$$z(t+1) = A(t) \cdot z(t) + A(t) \cdot v(t) + B(t) \cdot u(t), \quad (4)$$

где A – диагональная матрица размерности $(N+1) \times (N+1)$ с элементами:

$$A(t) = \text{diag} (d_{t1}, \dots, d_{tN}; 1), \quad (5)$$

$$v(t) = \left((\mu_1(t) + \eta_1(t))d_{t1}, \dots, (\mu_N(t) + \eta_N(t))d_{tN}, \mu^0(t) \right)^T, \quad (6)$$

$$d_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если дисциплина } j \text{ назначена в семестре } t; \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Диагональная матрица $\mathbf{B}$ размерности $(N+1) \times N$ имеет следующую структуру:

$$\mathbf{B}(t) = \begin{pmatrix} d_{t1} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & d_{t2} & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & d_{tN} \\ 0 & 0 & \dots & 0 \end{pmatrix}. \quad (7)$$

В качестве целевой функции выберем линейный функционал

$$J = M \left\{ \sum_{t=1}^{T-1} (V^0(t) - V(t)) - \sum_{t=0}^{T-1} b^T(t) \cdot u(t) + (V^0(T) - V(T)) \right\} \rightarrow \min_{u(t)}, \quad (8)$$

где $b(t) = (\mu_1(t)d_{t1}, \dots, \mu_N(t)d_{tN})^T$.

Используя $z(t)$, перепишем $(V^0(t) - V(t))$ в форме

$$(V^0(t) - V(t)) = hz(t),$$

где $h = -(1, 1, \dots, 1, -1) \in R^{N+1}$. Критерий качества J примет вид

$$J = M \left\{ \sum_{t=1}^{T-1} hz(t) - \sum_{t=0}^{T-1} b^T(t) \cdot u(t) + hz(T) \right\} \rightarrow \min_{u(t)}. \quad (9)$$

Итак, имеем задачу оптимального управления, в которой уравнение состояния описывается многошаговым процессом (4), а функционал качества – выражением (9). Управление задается вектором $u(t)$. Задача решается при ограничении $V(t) \leq V^0(t)$ или $h \cdot z(t) \geq 0$.

Таким образом, нами разработан новый метод управления траекторией обучения. Система формирует оптимальную индивидуальную траекторию обучения студента, основанную на динамической модели, при ограничениях. Задача может быть решена стандартным симплекс-методом с помощью любого математического пакета (например, Mathcad) или компьютерной программы, написанной на языке, например, Fortran, C++, C#. Для решения задач большой размерности можно воспользоваться методом управления с прогнозирующей моделью.

Библиографический список

1. Алгазин Г.И., Чудова О.В. Информационные технологии комплексной оценки компетентности выпускника вуза // Вестник НГУ. Сер. Информационные технологии. – 2009. – Т. 7. – Вып. 3.

2. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. – 813 с.

Сведения об авторе

Черняева Нина Владимировна – аспирантка Национального исследовательского Томского политехнического университета, г. Томск, e-mail: nina.turalina@yandex.ru.

А.В. Пивоваров

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТОМ ПО ВНЕДРЕНИЮ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННО- ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ КОММЕРЧЕСКОГО УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Актуальность представленного исследования определяется потребностью предприятий в снижении потребления электроэнергии. В настоящее время у многих производственных предприятий существует потребность в недорогой и в то же время простой в обслуживании системы контроля энергоресурсов. Для выполнения этой задачи существует автоматизированная система контроля и учета энергоресурсов (АСКУЭ). Она позволяет осуществлять наиболее эффективное планирование энергоресурсов и рациональное использование электрической энергии, что приводит к снижению потребления энергоресурсов.

Цель работы: планирование и контроль потребления электрических ресурсов, а также исключение работы «счетчиков» – сотрудников энергослужб, которые списывают показания со средств измерения – счетчиков электроэнергии.

Методы исследования. Для выполнения данной задачи, а именно снижения потребления электроэнергии существует автоматизированная система контроля и учета энергоресурсов (АСКУЭ). Она позволяет осуществлять наиболее эффективное планирование энергоресурсов и рациональное использование электрической энергии, что приводит к снижению потребления энергоресурсов. Основные методы исследования, которые использовались, – это изучение рынка предоставляемых услуг, изучение программного обеспечения, изучение счетчиков сбора и передачи данных.

Результаты. Результатом проведенной работы является использование спроектированной системы учета электроэнергии. В системе учета электроэнергии рассмотрены программный комплекс АИИС «Меркурий-Энергоучет», установка и настройка счетчиков на подстанциях и подключение GSM-шлюзов.

Ключевые слова: автоматизированная информационно-измерительная система коммерческого учета электроэнергии (АИИС КУЭ), автоматизированная система коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ), информационно-измерительный комплекс (ИИК), функции, «Меркурий-Энергоучет», внедрение.

PROJECT MANAGEMENT ON IMPLEMENTATION OF AUTOMATED INFORMATION-MEASURING SYSTEM OF COMMERCIAL ELECTRICITY METERING AT THE ENTERPRISE

The relevance of the presented research is determined by the need of enterprises to reduce consumption of electricity. Currently, many manufacturing enterprises there is a need for an inexpensive and easy to maintain system of control of energy resources. To accomplish this, there is automated control system and energy accounting (ASKUE). It allows you to implement the most effective planning of energy resources and rational use of electrical energy, which leads to lower energy consumption.

Objective: planning and control of consumption of electrical resources, as well as the exclusion of «counters» – employees energosluzhba, who blamed the readings from measuring instruments – energy meters.

Research methods: For this task, namely the reduction of power consumption, there is automated control system and energy accounting (ASKUE). It allows you to implement the most effective planning of energy resources and rational use of electrical energy, which leads to lower energy consumption. Basic research methods that were used is market research services, study software, study counters for data collection and transmission.

Results: The result of this work is the use of the designed metering system. In the system of electricity metering is considered the software package AMM mercury-Energouchet, installation and configuration of the meters at the substations and connection of GSM gateways.

Keywords: Automated information-measuring system of commercial electricity metering (AMR), Automated system of commercial electricity metering (AMR), information – measuring complex (KIC), functions, Merkoci software, introduction.

Система АСКУЭ в наше время становится все более востребованной, сегодня она внедряется на предприятиях, которые пытаются найти решения по экономии средств в вопросах энергосбережения.

Конечно, первичным источником данных о потребленной электроэнергии является, как правило, счетчик электрической энергии. Но это не просто счетчик – это многофункциональный и достаточно сложный электронный измерительный прибор.

Автоматизированная информационно-измерительная система коммерческого учёта электроэнергии (АИИС КУЭ, АСКУЭ) – совокупность аппаратных и программных средств, обеспечивающих дистанционный сбор, хранение и обработку данных об энергетических потоках в электросетях [1].

Отличие АИИС КУЭ от АСКУЭ состоит в том, что АИИС КУЭ – это автоматизированная измерительная система, которая является средством измерения и должна быть занесена в Госреестр как средство измерения. АСКУЭ – это автоматизированная система дистанционного считывания показаний с измерительных устройств – счетчиков электроэнергии, используется как технологическая система для контроля за потреблением и заносить ее в Госреестр как средство измерения не обязательно [2].

АИИС КУЭ также используется для коммерческих расчетов между поставщиком электроэнергии и потребителем, что накладывает на нее дополнительные требования – согласованные формы отчетов, а также ряд других требований, которые в АСКУЭ не обязательны [3].

По составу АСКУЭ и АИИС КУЭ, как правило, идентичны, за исключением дополнительных требований к программному обеспечению «верхнего уровня».

Системы состоят из трех основных элементов:

- первичные средства измерения;
- среда передачи данных;
- программное обеспечение для обработки, хранения и отображения данных, также формирование различных отчетов.

К первичным средствам измерения относятся:

- счетчики электрической энергии;
- трансформаторы тока и напряжения;
- контроллеры или устройства, осуществляющие синхронизацию всех устройств по времени, а также источники единого времени.

К среде передачи данных относятся:

- различные преобразователи интерфейсов;
- различные модемы;
- сама среда передачи – витая пара, телефонные линии, радиоканалы, силовые линии (PLC) [6].

АИИС КУЭ нужна для автоматизации предприятий. Также АИИС КУЭ выполняет технические функции контроля над режимами работы электрооборудования.

Разработчики АИИС КУЭ условно разделили систему на нижний и верхний уровни. К нижнему уровню относятся оборудование и микропрограммы, работающие на объекте учёта. К верхнему уровню относятся остальные части системы, расположенные в центре

обработки данных и офисах контролирующей организации. На рис. 1 представлены типовая структура АИИС подсистем, средства и способы связи информационного обмена.

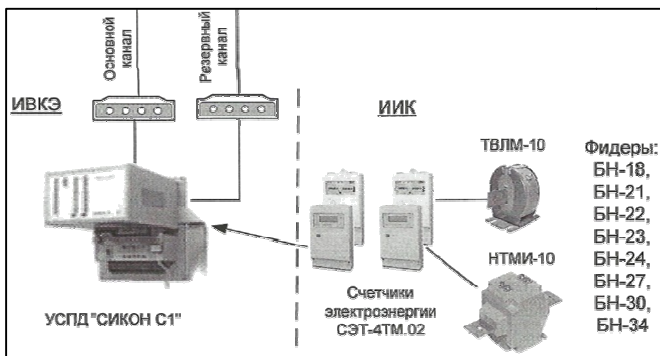


Рис. 1. Структура подсистемы учета

В верхний уровень входят сервер опроса и сервер базы данных.

Информационно-измерительный комплекс (ИИК) – это часть системы от проводника электроэнергии до электросчётчика. Трансформаторы тока, трансформатор напряжения и электропроводка, соединяющая трансформаторы со счётчиком, входят в состав информационно-измерительного комплекса. АИИС КУЭ содержит несколько информационно-измерительных каналов [1].

Информационно-измерительный комплекс относится к нижнему уровню АСКУЭ. Коммуникационной средой между счётчиком и УСПД (устройство сбора и передачи данных) могут являться интерфейс RS-485, интерфейс RS-232, CAN-интерфейс, GSM, радиоэфир, PLC – сеть 0,4 кВ. Организация канала связи в коммуникационной среде осуществляется программными и аппаратными методами. На рис. 2 изображена структура типового интерфейса RS-485.

Информационно-вычислительный комплекс (ИВК) – часть системы от электросчётчика до контролирующей организации. К ИВК относятся [1]:

- устройства для сбора и передачи данных (УСПД);
- серверы верхнего уровня;
- каналы связи между электросчётчиками и УСПД;
- коммуникационная среда и каналы связи между УСПД и серверами верхнего уровня (переход с нижнего уровня на верхний);

- система обеспечения единого времени (СОЕВ);
- автоматизированные рабочие места (АРМ) диспетчеров;
- автоматизированные рабочие места администраторов системы;
- каналы связи верхнего уровня, в том числе между серверами и АРМ смежных пользователей информации;
- программное обеспечение верхнего уровня.

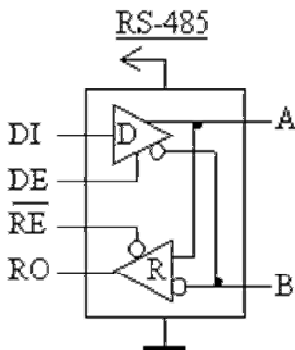


Рис. 2. Интерфейс структуры RS-485

Структура ИВК «Межениновская птицефабрика» представлена на рис. 3.

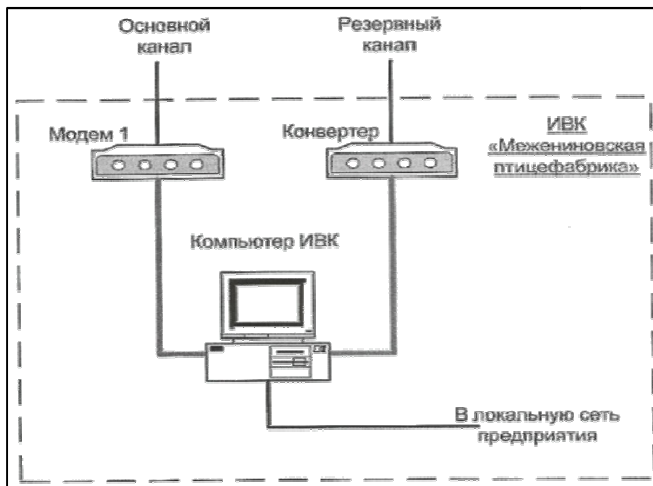


Рис. 3. Обобщенная структурная схема ИВК

Устройства связи с основным и резервным каналами подключаются к последовательным портам компьютера ИВК:

- модем 1 – телефонный Hayes-совместимый модем из номенклатуры рекомендованных для ИИС «Пирамида»;
- конвертер – преобразователь интерфейса R8232 В RS485 i-7520, обеспечивающий постоянное (некоммутируемое) соединение с УСПД «Сикон С1».

Коммуникационной средой между УСПД и серверами верхнего уровня могут являться структурированная кабельная сеть, телефонная сеть с коммутируемыми каналами, Интернет, GSM, волоконно-оптическая связь, радиосвязь или Интернет. Организация канала связи в коммуникационной среде осуществляется программными или аппаратными методами.

Под смежными пользователями информации о количестве потребленной электроэнергии подразумеваются физические или юридические лица, имеющие право доступа к этой информации (например, потребитель и энергосбыт, сетевая и генерирующая организация и т.п.).

У системы АИИС существуют следующие функции [1]:

- автоматический сбор данных коммерческого учета потребления (отпуска) электроэнергии по каждой точке (группе) учета на заданных коммерческих интервалах (согласно ОАО АТС – 30 мин.);
- хранение параметров учета в базе данных;
- обеспечение многотарифного учета потребления (отпуска) электроэнергии;
- обеспечение контроля над соблюдением лимитов энергопотребления;
- контроль параметров электроэнергии (токов, напряжений, $\cos\phi$, частоты) на заданном интервале опроса (технически);
- вывод расчетных параметров на терминал и/или на устройство печати по требованию оператора;
- ведение единого системного времени с возможностью его корректировки;
- введение баланса электроэнергии по расчетной группе (секция, система шин и т.д.) на этапе наладки системы и в процессе ее эксплуатации.

Создаваемая АИИС КУЭ предназначена для автоматизированного сбора, обработки и хранения информации о потребляемой

электрической энергии, расходуемой в процессе функционирования и производства продукции, и использования этой информации для следующих целей [7]:

- контроля расчетов за электроэнергию между потребителем и энергоснабжающей организацией;
- автоматизации учета электрической энергии;
- анализа расходования электрической энергии с целью снижения себестоимости продукции;
- оперативного контроля режимов потребления электрической энергии;
- минимизации производственных и непроизводственных затрат на электроэнергию с целью снижения себестоимости выпускаемой продукции;
- контроля качества электроэнергии.

Все операции (функции, процедуры), выполняемые АИИС КУЭ, можно разделить на автоматические, выполняемые в автоматизированном режиме по командам, и функции, выполняемые обслуживающим персоналом.

В автоматическом режиме выполняется:

- измерение физических величин активной электроэнергии и других учетных показателей;
- формирование групп учета и вычисление учетных показателей за группы учета;
- проверка достоверности собранных данных путем формирования баланса распределения и потребления электроэнергии;
- контроль выполнения договорных обязательств по энергопотреблению путем контроля баланса мощности, вычисления значений небалансов электроэнергии контролируемых объектов за заданные периоды времени и сравнения их с допустимыми значениями;
- оперативный контроль мощности и режимов потребления электроэнергии и мощности;
- регистрация, сбор, обработка, отображение, архивирование и хранение измеренных и вычисленных значений учетных показателей, а также технической и служебной информации в специализированной «энергонезависимой» базе данных;
- диагностирование работы технических средств и программного обеспечения (ПО);

- поддержание связи со всеми уровнями АИИС, предоставление доступа к измеренным и вычисленным значениям учетных показателей, технической и служебной информации, а также к журналам событий (оперативным журналам технического состояния) со стороны вышестоящих уровней;

- автоматическая защита информации от несанкционированного и непреднамеренного воздействия, несанкционированного доступа, защита (восстановление) информации от потерь в результате сбоя, обрыва линии связи или пропадания (отклонения от нормы параметров) электропитания, проведения ремонтных работ (замены оборудования);

- обеспечение безопасности хранения, функционирования и совместимости ПО (программных средств);

- синхронизация всех устройств и процессов по сигналам точного времени от GPS–приемника, поддержание режима реального времени и автоматическая корректировка времени на всех уровнях АИИС.

В автоматизированном режиме по командам (при непосредственном участии) персонала выполняются:

- дистанционное инсталлирование и конфигурирование ПО;

- дистанционное конфигурирование и параметрирование технических средств, установка всех нормировочных и конфигурационных параметров работы оборудования всех уровней (учёт потерь от точки учёта до точки поставки энергии, масштабирование величин энергии и других величин, информация о замене счетчиков и т.д.);

- сбор информации за объект (точки измерения, электроустановки) с неисправными каналами связи или источниками питания, в период их ремонта (восстановления) и т.д. (доступ к информации, ее сбор и перенос на уровень ИВК осуществляется оператором с помощью переносного компьютера типа Notebook, оснащенного соответствующим программным обеспечением);

- формирование и передача отчётных электронных документов на уровень ИАСУ КУ;

- перевод АИИС с основного канала на резервный (и наоборот). Непосредственно обслуживающим персоналом выполняются функции технического обслуживания и ремонта (замены) оборудования и технических средств АИИС.

Измерительно-информационный комплекс (ИИК) ПС «Бройлерная» представляет собой совокупность измерительных каналов, включающих счетчики, измерительные трансформаторы тока и напряжения и вторичные цепи, обеспечивающие измерение (учет) на присоединениях ООО «Межениновская птицефабрика» [3].

Измерительные каналы во всех точках измерения аналогичны, и их структура показана на рис. 4.

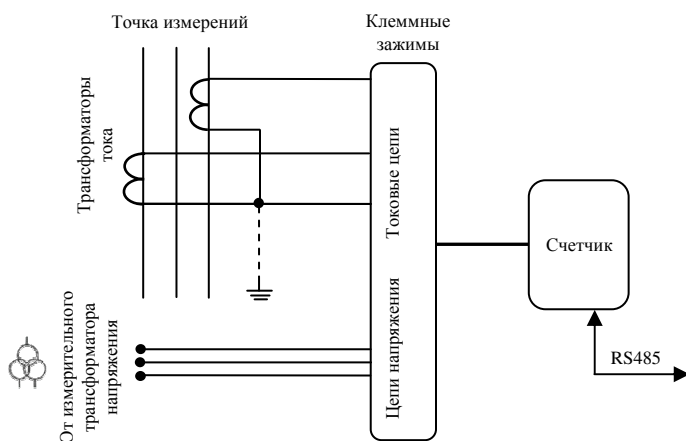


Рис. 4. Структурная схема измерительного канала

Согласно общепринятой методике сопротивление нагрузки вторичной цепи измерительного трансформатора тока ($Z_{\text{сум}}$) при соединении вторичных обмоток трансформатора тока отдельных фаз в полную звезду может быть ориентировочно определено следующим образом:

$$Z_{\text{сум}} = R_{\text{пр}} + R_{\text{конт}} + Z_{\text{приб}}, \quad (1)$$

где $R_{\text{конт}}$ – суммарное сопротивление контактных соединений в последовательной цепи вторичной обмотки трансформатора (при расчете принимается 0,1 Ом); $Z_{\text{приб}}$ – суммарное полное сопротивление входных цепей приборов, включенных в последовательную цепь вторичной обмотки трансформатора (при расчете определяется по паспортным данным приборов); $R_{\text{пр}}$ – сопротивление соединительных проводов,

$$R_{\text{пр}} = \frac{L}{\gamma \cdot S}, \quad (2)$$

где γ – удельная проводимость материала провода (57 – для меди), м/Ом·мм²; L – длина провода, м; S – сечение провода, мм².

При этом максимальная нагрузка вторичной обмотки трансформаторов составляет:

$$S(B \cdot A) = I_{\max}^2 \cdot Z_{\text{сум}}, \quad (3)$$

где $I_{\max}$ – максимальный ток вторичной обмотки трансформатора в рабочих условиях эксплуатации (5 А).

К трансформаторам тока подключены счетчик СЭТ-4тм (полная потребляемая мощность не более 1 В·А).

В данной работе будет рассматриваться программный комплекс «Меркурий – Энергоучет», который будет применяться в компании ООО «Межениновская птицефабрика».

Внедрение современной системы учета позволит:

- сократить суммарные годовые затраты за потребляемую электроэнергию и мощность крупного предприятия в объеме ориентировочно на 19,5 %, срок окупаемости АСКУЭ ~ 8–12 месяцев (срок окупаемости уточняется после предпроектного обследования), нормативный срок внедрения системы АСКУЭ на энергоемких объектах предприятия (с учетом всех согласований) согласно календарному плану выполнения работ составляет 2 календарных года, стоимость внедрения системы АСКУЭ «под ключ» с учетом всех требований розничного и оптового рынка для крупных промышленных предприятий (ОАО) ~ 40–70 млн рублей в ценах 2010 г. (окончательная стоимость системы уточняется после предпроектного обследования);

- повысить точность учета электроэнергии. Показания новых цифровых счетчиков класса 0,2S или даже 0,5S будут существенно расходиться по сравнению со старыми индукционными счетчиками. Позволит точно сводить энергобалансы, сократить коммерческие потери и выявить места хищения электроэнергии;

- снизить потребляемую мощность на предприятии в часы пиковых нагрузок энергосистемы. Система покажет, где и когда можно отключить холостую работающие двигатели или просто устроить перерыв;

- защититься от штрафов. Не превышать заявленную мощность в часы максимальных нагрузок энергосистемы;

- перейти на расчет за электроэнергию с энергосистемой по дифференцированным тарифам. Известно, что электроэнергия ночью стоит значительно дешевле;

- приобрести электроэнергию на оптовом рынке (ОРЭМ) по оптовым (относительно дешевым) ценам;
- контролировать качество электроэнергии;
- автоматизировать сбор и обработку данных (почасовой интервальный учет). Формировать отчеты о почасовых объемах потребления электроэнергии, а также о потреблении электроэнергии (мощности) за сутки, отчетный период и накопительно с начала года, выдавать отчетную информацию в макетированной и других заданных формах. Отдел главного энергетика (ОГЭ) сможет на своем рабочем месте, получать всю информацию со счетчиков на ПЭВМ (АРМ энерготрейдера). А уже ПЭВМ будет печатать все отчеты в требуемой форме, строить графики нагрузки и т.п. Исключаются погрешности при записи данных со счетчиков персоналом предприятия (человеческий фактор);
- оптимизировать заявленную мощность. Имея данные по нагрузке потребляемой мощности за предыдущий период (сутки, неделя, месяц, год) можно оптимизировать заявленную мощность на последующий период, что позволит предприятию платить по факту величины потребления;
- управлять электропотреблением на основе прогрессивных удельных норм, полученных с помощью системы, рационально планировать время работы цехов и подразделений, обеспечить оперативный контроль и управлять потреблением энергоносителей в течение суток, усилить дисциплину использования энергоносителей подразделениями, а также адресно и циркулярно оповещать персонал о различных событиях в системе – отказах, превышениях лимитов и т.п.;
- эффективно заниматься энергосбережением. Точно подсчитать и доказать, какую экономию будут приносить те или иные мероприятия. Таким образом можно оправдать покупку нового энергосберегающего оборудования, определить энергозатраты на конкретные технологические процессы, совместно с техотделом изменить технологию, еще более снизить потребление электроэнергии и, следовательно, оплату за нее [4].

Библиографический список

1. Автоматизированная информационно-измерительная система коммерческого учёта электроэнергии [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.studfiles.ru/preview/1866390/> (дата обращения: 25.04.2017).

2. Информационные системы в электроэнергетике [Электронный ресурс]. – URL: <http://e.120-bal.ru/doc/14724/index.html> (дата обращения: 24.04.2017).

3. Обзор систем коммерческого учета электрической энергии, представленной на рынке России [Электронный ресурс]. – URL: <https://энергоспец.рф/data/documents/Obzor-sistem-kommercheskogo-ucheta-elektricheskoy-energii-predstavlennyh-na-rynke-Rossii.pdf> (дата обращения: 27.04.2017).

4. Разработка системы визуализации автоматизированной информационно-измерительной системы коммерческого учета электроэнергии [Электронный ресурс]. – URL: <http://westud.ru/work/221783/Razrabotka-sistemy-vizualizacii-avtomatizirovannoj> (дата обращения: 28.04.2017).

5. Центр энергосберегающих технологий [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.estc.su/askue/> (дата обращения: 28.04.2017).

6. Астра-электроучет [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.astraelectra.ru/aiiskuje.aspx> (дата обращения: 28.04.2017).

7. BUILD DAILY [Электронный ресурс]. – URL: <http://bulddailys.com/en/pages/1644821> (дата обращения: 28.04.2017).

Сведения об авторе

Пивоваров Андрей Витальевич – магистрант кафедры менеджмента Института социально-гуманитарных технологий Национального исследовательского Томского политехнического университета, г. Томск, ул. Белинского, 53а, e-mail: pivorest@mail.ru.

А.В. Одинцева, Н.Ю. Хабибулина

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ЛОГИСТИЧЕСКОГО ЦЕНТРА

Актуальность данной работы заключается в развитии информационной системы для логистического центра. Это позволит точно и эффективно проводить многие операции, связанные с работой логистического центра, что приведет к повышению эффективности управления и выполнения бизнес-процессов предприятия. Объектом исследования является птицефабрика.

Ключевые слова: информационная система, логистический центр, автоматизация бизнес-процессов.

A.V. Odintseva, N.Yu Khabibulina

DESIGNING AN INFORMATION SYSTEM FOR LOGISTIC CENTER

The relevance of this work is to develop an information system for logistic center. This enables you to accurately and efficiently perform many operations related to the work of a logistics center that will increase the efficiency of the management and implementation of the business processes of the enterprise. The object of study is poultry.

Keywords: information system, logistics, automation of business processes.

Актуальность данной работы заключается в развитии информационной системы для логистического центра. Логистические центры – это довольно широкое понятие, которое включает в себя склады на производстве, контейнерные терминалы и многое другое [1]. В настоящее время большинство логистических операций осуществляется в логистических центрах. Существует два вида логистических центров:

1) региональный логистический центр – это крупные, хорошо оснащенные предприятия, которые предназначены для оказания услуг другим предприятиям [1]. Так как они имеют широкий спектр услуг, то такие логистические центры имеют большое число различных подразделений, предназначенных для оказания услуг. Такие логистические центры специализируются на массовой переработке грузов по заказам компаний;

2) логистический центр компании – структура такого центра зависит от профиля и размера компании [1]. На небольших предпри-

ятиях это маленькая группа специалистов и два компьютера, а на крупных предприятиях это подразделение имеет большое количество сотрудников, технику с выходом в Интернет. Однако не все предприятия могут себе позволить содержать отдельное подразделение, выполняющее логистические функции.

Рассмотрим в общем виде бизнес-процесс доставки товара конечному потребителю в процессе международной торговли. Информационная взаимосвязь между фирмами, участвующими в доставке товара конечному потребителю, основывается на обмене информацией в виде документов, в результате чего информационные потоки приобретают следующий вид (рис. 1).

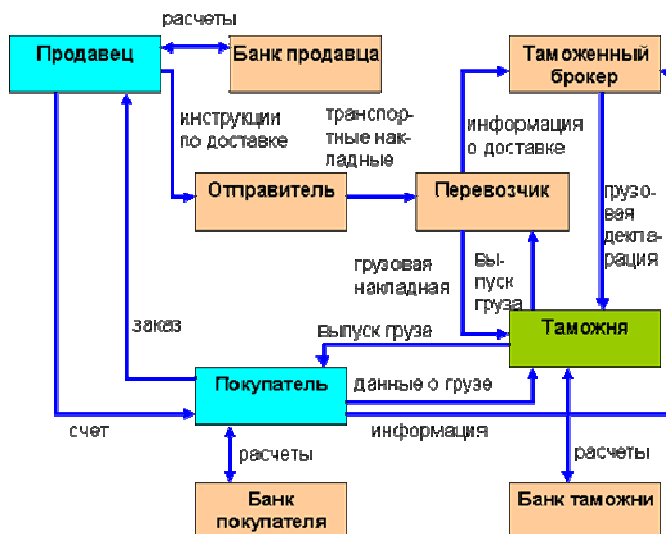


Рис. 1. Взаимодействие участников международной торговли

Предприятие должно только либо производить, либо потреблять грузы, товары или услуги. Вся «забота» о том, как с наименьшими потерями и в кратчайшие сроки доставить грузы от поставщика к потребителю, ложится, на специализированные организации – логистические центры (рис. 2).

Сравнив и проанализировав два рисунка, легко прийти к выводу, что связи между объектами, выражающиеся в виде потоков документов, на последнем рисунке упрощаются и централизуются.

Взаимодействие идет в основном через логистический центр. Централизация услуг в логистике как раз и ведет к сокращению затрат у фирм, участников торговли.

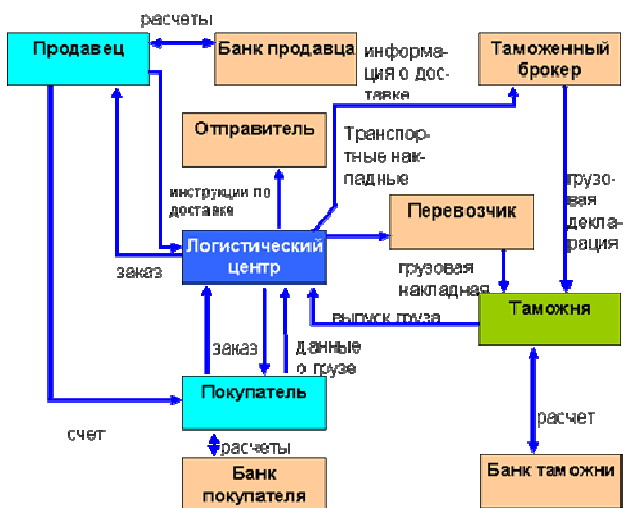


Рис. 2. Взаимодействие участников торговли через логистический центр

Отличительные черты логистического центра:

- расположение в едином пространстве транспортных компаний, провайдеров логистических услуг, производственных и торговых компаний;
- наличие интермодального автотерминала;
- интерфейс, средство взаимодействия, стыковки местного транспорта и перевозок на дальние расстояния;
- синергетический эффект от взаимодействия компаний, работающих в логистическом центре.

Обзор программных продуктов для логистических центров.

Информационные системы обеспечивают подготовку, ввод, хранение, обработку, контроль и передачу данных. Степень автоматизации очень высока. Информационные системы бывают реализованы как сеть взаимосвязанных вычислительных машин разной величины и абонентских пунктов. Их подсистемы выполняют функции на различных уровнях управления. Информацию все более высокого уровня получают сжатием данных из детальной базы более низких уровней. Детальные данные

передаются на более высокий уровень только в случае значительных отклонений от требуемого или ожидаемого состояния.

В ходе информационного процесса, протекающего в логистической системе, реализуются следующие функции [2]:

- сбор информации в местах ее возникновения;
- анализ информации и ее преобразование;
- накопление информации и ее хранение;
- транспортировка информации;
- фильтрация потока информации, т.е. отбор необходимых для того или иного уровня управления данных и документов;
- объединение и разделение информационных потоков;
- выполнение элементарно-информационных преобразований;
- управление информационным потоком.

Информационные логистические системы должны обеспечивать всестороннюю интеграцию всех элементов управления материальным потоком, их оперативное и надежное взаимодействие. В связи с этим к информационным системам в логистике предъявляются следующие требования [2]:

- актуальность информации;
- обеспечение информационной потребности руководителей;
- необходимость и достаточность информации;
- обеспечение информационной связи между подразделениями;
- обязательность передачи информации.

Создание информационных логистических систем основано на следующих принципах:

- система должна быть построена таким образом, чтобы передача информации, ее переработка, хранение и использование учитывали потребности всех подразделений предприятия;
- информационная система должна обеспечить необходимые взаимосвязи предприятия с поставщиками, клиентами и всеми пунктами отправок, промежуточного складирования и потребления;
- обмен информацией между уровнями логистической системы должен быть минимальным, но обеспечивать потребность управления;
- характер информации должен быть сориентирован на конкретного потребителя в системе управления;
- при построении системы должен учитываться принцип аппаратных и программных моделей;

– важными требованиями являются упрощение и стандартизация используемой в системе документации.

В настоящее время существует достаточное большое количество аналогов – программных продуктов для управления логистическими центрами. Например, в [4] представлены:

– «PSIwms» – это гибкая и производительная система, позволяющая комплексно автоматизировать процессы на складе;

– «Грузоплан» – данная программа работает в онлайн-режиме, она для ведения защищенного документооборота по перевозке грузов;

– «Умная логистика» – данный сервис разработан для оперативной работы логистических центров;

– «BasketCargo» – программа, которая умеет управлять процессом логистических компаний.

– «АвтоПлан» – роботизированный программный комплекс для автоматизации учета и управления предприятием.

– «1С:Управление производственным предприятием 8» является комплексным прикладным решением, охватывающим основные контуры управления и учета на производственном предприятии.

Проанализировав все функции, требования и принципы работы логистических центров, птицефабрика выбрала программное обеспечение «1С:Предприятие». Данная конфигурация позволяет осуществлять учет ГСМ, контроль за регламентными работами, контролировать наличие, движение и актуальность документов. Кроме того, оно может быть адаптировано к специфике технологических и организационных требований любого склада. Несмотря на относительно невысокую, по сравнению с конкурентами, стоимость «1С:Предприятие» поможет решить целый комплекс задач современного склада. Непрерывное развитие функционала и совершенствование системы позволяют говорить о ней, как о качественном продукте, чья реальная ценность заметно выше цены.

Основные бизнес-процессы логистического центра птицефабрики. Рассматриваемая в данной работе птицефабрика – один из ведущих производителей мяса цыплят-бройлеров в Западной Сибири [7]. Они выпускают высококачественную продукцию из куриного мяса, удовлетворяющую требованиям потребителей, партнеров и других заинтересованных лиц.

Процесс доставки продукции в логистический центр на птицефабрике можно представить следующим образом.

После упаковки и маркировки вся охлажденная и замороженная продукция отправляется в современный логистический центр, способный вместить одновременно до 650 тонн продукции.

В логистическом центре продукция хранится в холодильных камерах с определенной температурой: $0 + 20^{\circ}\text{C}$ для охлажденной продукции и -180°C для замороженной. Необходимая температура хранения автоматически поддерживается системой контроля температуры в камерах.

После обработки заявок на поставку продукции в логистическом центре формируют партии продукции на отгрузку. Три десятка автомашин с холодильными установками ежедневно отправляются в фирменные торговые точки и сети Томска и соседних регионов, чтобы потребители могли приобрести, свежую продукцию птицефабрики. Его общая площадь – более 1,6 тысячи квадратных метров. На территории центра сегодня работают четыре отгрузочных терминала. Общий объем инвестиций в проект составил порядка 180 миллионов рублей.

Открытие логистического центра стало заключительным звеном в достижении одной из основных целей птицефабрики по увеличению объемов производства продукции глубокой переработки с 600 до 1,5 тысяч тонн в месяц [7]. Помимо того система адресного хранения поможет увеличить объем ежедневных отгрузок с 20 до 50 тонн в смену.

Разрабатываемая информационная система для логистического центра птицефабрики будет иметь полный функционал действий по управлению складами на предприятии. Основными функциями системы будут являться обеспечение организации адресного хранения груза, автоматизация всех складских операций, интеграция с технологическими устройствами (например, весы и конвейерные ленты). Дополнительные модули системы управления складом позволят рассчитывать стоимость услуг ответственного хранения, проводить анализ и визуализировать пространство склада. В дальнейшем система будет внедрена на птицефабрике.

Библиографический список

1. Логистические центры [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.xcomp.biz/tema-9-logisticheskie-centry.html> (дата обращения: 12.04.2017).

2. Логист [Электронный ресурс]. – URL: http://knowledge.allbest.ru/programming/2c0b65635a3ac78b5c43a88521316d27_0.html (дата обращения: 22.04.2017).
3. Информационные логистические центры [Электронный ресурс]. – URL: <http://mirznanii.com/a/115868/informatsionnyelogisticheskie-sistemy> (дата обращения: 25.04.2017).
4. Программное обеспечение для логистических сетей [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.psilogistics.com/ru/resheniya/sistema-upravleniya-skladom-wms/> (дата обращения: 25.04.2017).
5. LiveBusiness [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.livebusiness.ru/tool/1960/> (дата обращения: 25.04.2017).
6. Логистические центры [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.morproekt.ru/uslugi/logisticheskie-tsentry.html> (дата обращения: 26.04.2017).
7. Логистические центры [Электронный ресурс]. – URL: <http://межениновская-птицефабрика.рф/about/> (дата обращения: 26.04.2017).

Сведения об авторах

Одинцева Анастасия Владимировна – студентка Томского политехнического университета, Института кибернетики, гр. 8KM61, г. Томск, e-mail: odintseva_nastya@mail.ru.

Хабибулина Надежда Юрьевна – кандидат технических наук Томского политехнического университета, Института кибернетики, г. Томск, e-mail: hnu@tpu.ru.

**А.А. Чусовлянкин, А.А. Смородов,
Т.И. Синицына, Л.Н. Лядова**

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ С АДАПТИРУЕМОЙ БАЗОЙ ДАННЫХ

В современных условиях задача создания динамически адаптируемых информационных систем становится все более актуальной. В данной статье рассматривается разработка такой системы.

Ключевые слова: адаптируемая база данных, информационная система.

**A.A. Chusovliankinn, A.A. Smorodov,
T.I. Sinitsyna, L.N. Lyadova**

APPLICATION WITH ADAPTIVE DATABASE DEVELOPMENT

In modern conditions, the creation of dynamically adapted information systems is relevant. This article discusses the development of such a system.

Keywords: adaptable database, information system.

Сегодня практически ни один бизнес-процесс – от финансов и управления заказами до электронной коммерции и поддержки клиентов – не обходится без программного обеспечения. В результате для директоров по информационным технологиям наиболее приоритетными задачами становятся обеспечение максимальной гибкости и доступности среды приложений с минимальными затратами. К сожалению, эта цель остаётся труднодостижимой: предприятия по-прежнему испытывают сложности с развитием и поддержкой систем управления базами данных (СУБД) [1]. Поэтому очень важно уметь создавать и работать с адаптируемой базой данных. В ходе жизненного цикла приложений постоянно реализуются проекты, связанные с новыми развёртываниями, обновлениями, настройками, расширением и многим другим. Текущие проекты требуют частого перемещения данных внутри производственных сред.

Цель работы: разработка приложения с адаптируемой (конфигурируемой) базой данной (БД). Приложение должно обеспечивать возможности: реструктуризации данных, автоматической генерации пользовательского интерфейса, конструирования запросов.

Требования к адаптируемой БД:

- 1) при выполнении реструктуризации необходимо поддерживать целостность данных;
- 2) формы должны генерироваться для ввода/просмотра/редактирования данных в таблицах, а также для вывода результатов запросов;
- 3) при конструировании запросов необходимо контролировать правильность формирования запроса, синтаксис оператора и семантику (контроль типов данных и прочего).

Для описания метаданных необходимо хранить данные об атрибутах: название, тип данных, тип поля, индексация, NotNull, название таблицы, название связываемой таблицы, название внешнего ключа для связи, тип связи. Таблица Tables («Таблицы») хранит Id (который является внутренним ключом) и Name (название таблицы). Таблица Attributes («Атрибуты») хранит Id (первичный ключ), Name (название), Typefield (тип поля для ввода), Typedata (тип данных), Defaultvalue (значение по-умолчанию), IsNotNull (возможно ли пустое значение ячейки) и Table_id (таблица, с которой связан атрибут).

Таблица Connections («Связи») хранит следующую информацию: Id (который является внутренним ключом), Table2_id (связываемая таблица 2), Attribute (отображаемый атрибут из таблицы 1), ForeignKey (название поля в таблице 2, которое хранит внешний ключ из таблицы 1) и type (тип связи 1 к 1..0 или 1 к М) [2]. На рис. 1 представлена схема метаданных, приведенная к 3-й нормальной форме.

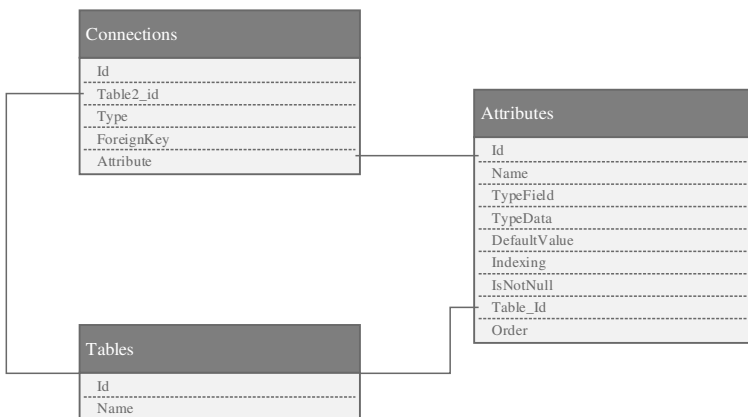


Рис. 1. Схема метаданных

Разработано настольное приложение Windows Forms в среде разработки MS Visual Studio 2015, которое обладает следующими возможностями:

1) реструктуризация данных – существует возможность, чтобы в программе для каждой таблицы в базе создавалась новая с такой же структурой согласно метаданным, и информация из старой последовательно копировалась в новую;

2) добавление новых атрибутов – расширение возможностей структуры за счёт добавления новых атрибутов;

3) добавление новых таблиц и связей между таблицами – расширение возможностей структуры за счёт добавления новых таблиц, а также связей между ними;

4) динамическая индексация – обеспечен ускоренный поиск по всем внутренним и внешним данным, где эти данные выводятся через интерфейс;

5) удаление таблиц/атрибутов – возможно удаление таблиц или атрибутов без нарушения целостности базы данных;

6) изменение атрибутов/имён/типов/условий – возможно изменение атрибутов, имён, типов или условий без нарушения целостности базы данных;

7) генерация пользовательских форм на основе данных о схеме БД, сформированной средствами реструктуризации без возможности настройки пользователем – в интерфейсе отображаются те формы, данные которых пользователь указал в метаданных;

8) контроль данных при вводе – ограничение по вводу данных пользователем в границах выбранных метаданных;

9) конструирование запросов – выбор создания любого запроса пользователя. Возможность выбора таблиц и атрибутов – выбор таблиц и атрибутов возможен в границах выбранных метаданных;

10) возможность использования операций сравнения при формировании выражений – существует возможность сравнивать данные при формировании запросов выражений;

11) возможность использования логических операций при формировании выражений – существует возможность использования логических операций над данными при формировании запросов выражений. При выполнении реструктуризации необходимо поддерживать целостность данных – обеспечивается защита целостности данных, чтобы база данных работала корректно [3].

Для работы с приложением необходимо описать метаданные предметной области, после чего будет сгенерирована база данных, а также в автоматическом режиме будут формироваться формы для ввода данных.

Необходимо задать название новой таблицы и указать ее атрибуты. В строке «атрибуты» указываются его название, тип данных и тип поля, значение по умолчанию (если имеется), указывается порядок данных в форме, а также выбираются, если необходимо, параметры «IsNotNull» и «Indexing» (рис. 2).

Название таблицы							
Человек							
	Название атрибута	Тип данных	Тип поля	Значение по умолчанию	IsNotNull	Indexing	Порядок
	Фамилия	String	TextBox		☒	☐	1
	Пол	String	ComboBox	м,ж	☒	☐	4
	Дата_рожд...	Date	DateTime...		☒	☐	5
	Адрес	String	TextBox		☒	☐	6
	Имя	String	TextBox		☒	☐	2
	Отчество	String	TextBox		☒	☐	3
Сохранить							

Рис. 2. Создание таблицы

Правила заполнения:

- 1) ввод пробела в название ни таблицы, ни атрибута невозможен;
- 2) в столбце «Порядок» вводятся только числовые целые неотрицательные значения;
- 3) идентификатор id задавать нет необходимости – программа сама генерирует его за пользователя;
- 4) следующие типы данных можно индексировать: Int, Long, Float, Double, String, Bool, Datetime, Date. Для ввода данных используются следующие компоненты: TextBox, NumericUpDown, ComboBox, DateTimePicker, CheckBox;
- 5) существует возможность ввода значения поля по умолчанию, чтобы при открытии формы поле было заполнено и можно было выбирать из уже введенных заранее данных;
- 6) «значение по умолчанию» перечисляется через точку с запятой.

В заключение необходимо отметить, что было разработано настольное приложение, которое позволяет создавать и редактировать метаданные, создавать между ними связи и генерировать ключи, после заполнять полученные таблицы метаданных данными. Также присутствует поиск по этим данным в базе данных.

Существует возможность, чтобы в приложении для каждой таблицы в базе создавалась новая с такой же структурой согласно метаданным, и информация из старой последовательно копировалась в новую. Имеется расширение возможностей структуры за счёт добавления новых атрибутов, новых таблиц, а также связей между ними. Возможно удаление и изменение таблиц или атрибутов без нарушения целостности базы данных. Взаимодействие с пользователем осуществляется посредством его выбора соответствующей объектно-ориентированной области.

В интерфейсе отображаются те формы, данные которых пользователь указал в метаданных. Есть возможность прямого манипулирования объектом и осуществления любых допустимых в конкретном состоянии операций, доступ к которым возможен через различные интерфейсные компоненты, а также имеются ограничение по вводу данных и выбор создания любого запроса пользователем в границах выбранных метаданных. Существует возможность сравнения данных при формировании запросов выражений, использования арифметических операций и функций данных при формировании запросов выражений и логических операций над данными при формировании запросов выражений. Обеспечивается защита целостности данных, чтобы база данных работала корректно.

Практическая значимость заключается в легкой адаптируемости программы, что позволит применять ее в разных сферах деятельности.

Библиографический список

1. Лядова Л.Н. Интегрированный CASE/BI-инструментарий для создания адаптируемых информационных систем // Математика программных систем: межвуз. сб. науч. статей. – Пермь: Изд-во ПГУ, 2008. – С. 34–39.
2. Лядова Л.Н. Основы СУБД Access: учеб.-метод. пособие. – Пермь: НИУ ВШЭ. – Пермь, 2013.
3. Дейт К.Дж. Введение в системы баз данных // Introduction to Database Systems. – М.: Вильямс, 2005.

Сведения об авторах

Чусовлянкин Алексей Александрович – студент Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики», гр. ПИ-14-1, г. Пермь, e-mail: lixich@mail.ru.

Смородов Александр Андреевич – студент Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики», гр. ПИ-14-1, г. Пермь, e-mail: alex11sm@mail.ru.

Синицына Татьяна Игоревна – студентка Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики», гр. ПИ-14-1, г. Пермь, e-mail: tisinitsyna@yandex.ru.

Лядова Людмила Николаевна – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Информационные технологии в бизнесе» Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики», г. Пермь, e-mail: lnlyadova@mail.ru.

Е.В. Пирожкова, Д.С. Курушин

АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ РОБОТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КРИВОЙ БЕЗЬЕ

В данной статье рассматривается алгоритм построения локальной траектории движения для роботизированного комплекса с использованием кривой Безье, аппроксимации полиномом Лагранжа и выборки оптимальной траектории путём взятия двойного интеграла по поверхности движения роботизированного комплекса. Были составлены алгоритм общего построения и выборки траектории, более подробные алгоритмы взятия интеграла и построены траектории движения. Актуальность настоящего исследования определяется высокой востребованностью робототехнических платформ в промышленности, быту, приложениях оборонного характера.

Ключевые слова: многофункциональный роботизированный комплекс, оптимальная траектория, кривая Безье.

E.V. Pyrozhkova, D.S. Kurushin

ALGORITHM FOR CONSTRUCTING A TRAJECTORY OF MOVEMENT ROBOT WITH BEZIER CURVES

In this article describes an algorithm for constructing a local trajectory for robotic systems using Bezier curve, a polynomial approximation of Lagrange and selection of the optimal trajectory by taking a double integral over the surface of the complex robotic movements. It was the algorithm of the general construction and sample of the trajectory, as well as more detailed algorithms taking the integral and construction of trajectories. The relevance of this study is defined by high demand for robotic platforms in the industry, home, defense-related applications.

Keywords: multifunctional robotic complex, optimal trajectory, Bezier curve.

Разрабатываемый многофункциональный роботизированный комплекс (далее – МРК) предназначен для эксплуатации в экстремальных условиях внешней среды, в том числе потенциально опасных для человека. Комплекс предназначен для исследования местности и «подсветки» объектов местности лазерным или иным источником света.

Функционирование МРК происходит на пересеченной местности и заключается в решении поставленных перед ним оператором задач. Задачи МРК представляют собой последовательность точек, которые

нужно поочередно посетить с заданной точностью, обеспечив при этом выполнение заданных ограничений на внутренние параметры комплекса и на характеристики движения. Планируемая траектория, в соответствии с которой производится передвижение между указанными в задаче точками, должна быть оптимальной в смысле критерия, заданного оператором МРК. В качестве такого критерия может использоваться либо ожидаемое пройденное аппаратом во время миссии расстояние, либо ожидаемое затраченное время на выполнение миссии.

Местность характеризуется наличием участков различного типа поверхности, различным наклоном относительно горизонтальной плоскости, наличием статических и динамических объектов [2]. Информация о типе, наклоне поверхности и расположении статических объектов известна априори, но может не соответствовать действительности. Распознавание статических и динамических объектов производится во время работы подсистемой технического зрения МРК, после чего результаты распознавания передаются в программу. Процесс планирования траектории должен учитывать наличие объектов и обеспечивать предотвращение столкновения платформы с ними.

Пусть в начальный момент времени МРК находится в области A , тогда задача оптимизации будет поставлена следующим образом: найти такую кривую ab (рис. 1), криволинейный интеграл вероятности наличия препятствия по которой будет минимальный.

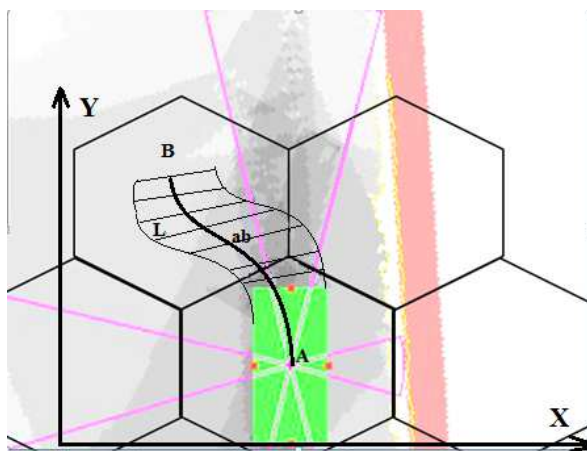


Рис. 1. Схема движения МРК по плоскости

Граничные условия: радиус циркуляции МРК не менее $R_{\min}$; максимально допустимая вероятность препятствия $P_{\max}$; координаты конца отрезка должны принадлежать шестиугольнику B . На этапе локального планирования использовать допущения, применимые при глобальном планировании, уже нельзя. Так, необходимо учитывать геометрические размеры МРК, различные траектории всех колёс МРК и т.д.

Интеграл необходимо брать не только по кривой, но и по некоторой ширине, соответствующей ширине платформы. На рис. 1 данная область является областью L .

В результате выполнения работы должен быть определен алгоритм построения локальной траектории движения МРК текущего положения на местности (исходного полигона) до пункта назначения на местности (конечного полигона) [2]. Такой путь может рассматриваться как закон изменения положения платформы на местности [1].

Данные, приходящие с дальномеров, имеют вид двумерного массива или матрицы вероятностей. Каждый элемент матрицы соответствует точке в координатном пространстве и отображает вероятность встретить препятствие в данной точке. В общем виде матрица вероятностей, встретив препятствие, имеет вид:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 0,5 & 0 \\ 0,5 & 0,3 & 0 \\ 0,3 & 0,1 & 0 \end{pmatrix}.$$

Далее матрица аппроксимируется полиномом Лагранжа для получения функции поверхности с целью получения точного значения вероятности в каждой точке строящегося пути.

Общий алгоритм построения пути представлен на рис. 2.

Более подробный алгоритм построения траекторий продемонстрирован на рис. 3.

Формула нахождения интеграла по поверхности:

$$p(l) = \int_l \int_{\frac{w}{2}}^{+\frac{w}{2}} P(x, y) dl dw,$$

где l – длина траектории, а w – ширина МРК.

Ввиду того, что габариты МРК не очень велики, ширина МРК может иметь всего 5 циклов, следовательно, будут взяты точки в центре МРК, по краям и точки между центром МРК и его краем.

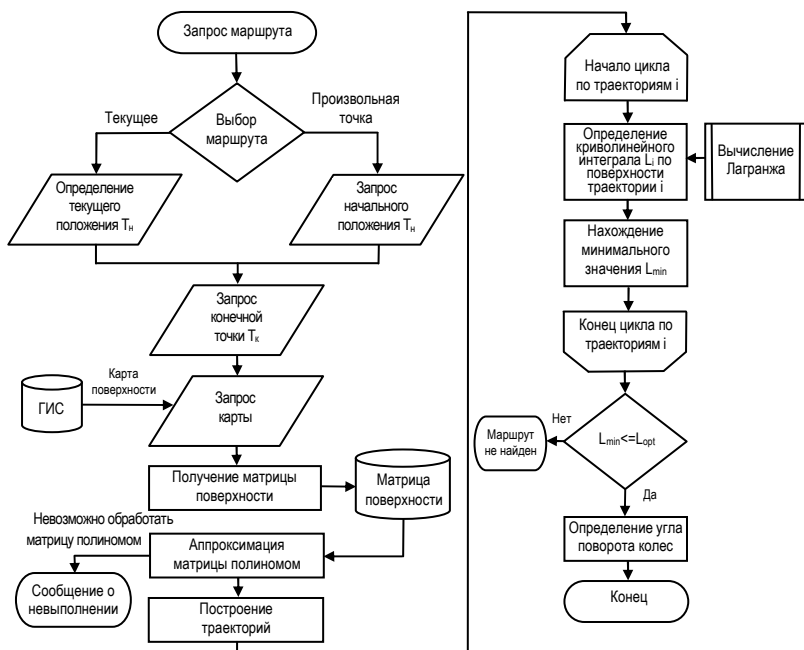


Рис. 2. Общий алгоритм построения пути

Цикл по точкам траектории также был взят не очень большим, исходя из возможностей дальнометров и стереотехнического зрения, 10 точек по длине траектории могут быть вполне достаточными.

Построение кривой Безье осуществляется по формуле

$$E = (1 - t)^3 E_1 + 3(1 - t)^2 t E_2 + 3(1 - t) t^2 E_3 + t^3 E_4.$$

Вместо E_i нужно подставить координаты i -й опорной точки (x_i, y_i) .

Эти уравнения векторные, т.е. для каждой из координат:

$$x = (1 - t)^3 x_1 + 3(1 - t)^2 t x_2 + 3(1 - t) t^2 x_3 + t^3 x_4,$$

$$y = (1 - t)^3 y_1 + 3(1 - t)^2 t y_2 + 3(1 - t) t^2 y_3 + t^3 y_4.$$

Следует отметить, что точки E_1 и E_4 – опорные точки, точки E_2 и E_3 – управляющие точки. Чтобы определить радиус поворота на данной кривой и сверить его с минимальным радиусом поворота колес, находим длины сторон треугольника по трём точкам, которые находятся на данной кривой:

$$a = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2},$$

$$b = \sqrt{(x_2 - x_3)^2 + (y_2 - y_3)^2},$$

$$c = \sqrt{(x_3 - x_1)^2 + (y_3 - y_1)^2}.$$

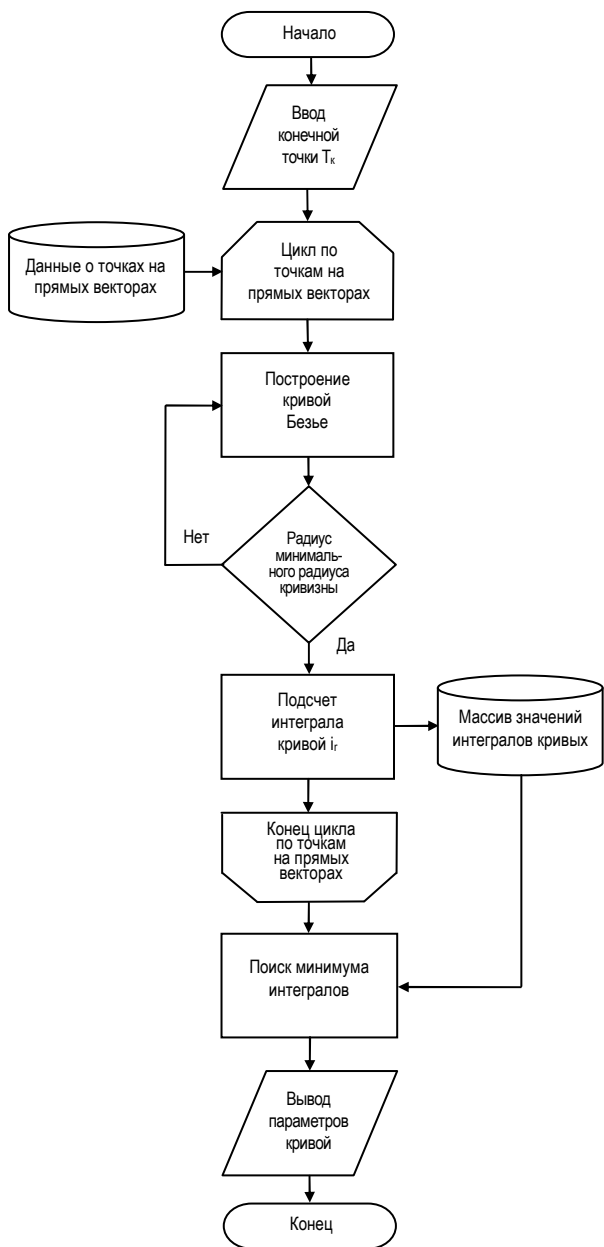


Рис. 3. Построение траектории

По формуле Герона находим площадь треугольника:

$$p = \frac{a + b + c}{2}, \quad S = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}.$$

Вычисляем радиус по формуле описанной окружности:

$$R = \frac{a \cdot b \cdot c}{4 \cdot S}.$$

Далее сравниваем полученный радиус с минимально возможным радиусом поворота. В случае, если радиус больше минимального, передаем данные этой кривой следующему вычисляемому модулю, иначе отбрасываем данную кривую и вычисляем следующую.

В результате, был составлен алгоритм построения и выборки оптимального пути МРК на основании данных стереотехнического зрения, дальномеров и математических обработок.

Библиографический список

1. DARPA official materials [Электронный ресурс] // Defense advanced research projects agency. – URL: <http://www.darpa.mil> (дата обращения: 03.09.2016).

2. Основы топографии (ориентирование на местности) [Электронный ресурс]. – URL: http://www.raaar.ru/zeml/osn_top.html (дата обращения: 02.09.2016).

Сведения об авторах

Пирожкова Екатерина Владимировна – магистрант Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. АСУ1-15-1м, г. Пермь, e-mail: kitty_golovkova@mail.ru.

Курушин Даниил Сергеевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: daniel.kurushin@gmail.ru.

В.В. Федоренко, А.В. Кузьмин

ЦВЕТОВОЕ КОДИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИИ В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ОБЪЕКТА

В данной статье рассмотрены методы графического представления информации, полученные от датчика бесконтактного измерения температуры. В статье предложена функция цветового кодирования конкретного температурного значения. В результате разработана автоматизированная система контроля температуры объекта, в которой реализованы различные методы визуального представления информации, такие как графики, цветовое кодирование и цветовая индикация.

Ключевые слова: представление информации, цветовое кодирование, контроль температуры.

V.V. Fedorenko, A.V. Kzumin

COLOR CODING OF INFORMATION IN AUTOMATED SYSTEM OF OBJECT TEMPERATURE CONTROL

In this article the methods of graphical representation of information are considered. In the article the function of color coding of particular values of the temperature is proposed. As a result the automated system of object temperature control is developed, in this system various methods of graphical representation of information are implemented: charts, color coding and color indication.

Keywords: representation of information, color coding, temperature control.

Визуализация данных – это представление данных в виде, который обеспечивает наиболее эффективную работу человека по их изучению. Визуализация данных на сегодняшний день находит широкое применение в анализе данных и прогнозировании [1].

Исследователям, аналитикам и многим другим специалистам зачастую приходится работать с большими объемами информации. Например, при численном компьютерном моделировании выдаются тысячи или даже миллионы различных значений. Для упрощения анализа этих огромных потоков данных и используется визуализация данных. Существуют различные методы визуализации данных, например, цветовое кодирование, контурные графики, закрашивание поверхностей одинаковых значений и др.

Цветовое кодирование – это один из видов графического представления информации, основанный на сопоставлении одного цвета с одним или несколькими значениями [2].

В автоматизированных системах контроля температуры объекта цветовое кодирование используется для отображения изменения значений температуры во времени. Это необходимо для того, чтобы человеческий глаз мог легко различать необходимую информацию о состоянии объекта, которая интересует его в данный момент времени. Особенно актуально это в задачах, связанных с визуализацией сложных объемных объектов [3].

Автоматизированная система контроля температуры объекта состоит из приложения (рис. 1), базы данных и аппаратных средств измерения температуры.



Рис. 1. Интерфейс автоматизированной системы контроля температуры объекта

Среди функций системы: сбор данных от датчика, анализ данных на превышение заданных диапазонов, индикация изменений значений температуры с использованием цветового кодирования, предупреждение о критических ситуациях (выход контролируемых значений за допустимые границы).

Методика визуализации используется для облегчения понимания и анализа состояния сложного объекта с учетом динамической составляющей.

Визуальный интерфейс автоматизированной системы контроля температуры объекта служит для эргономичного представления данных о состоянии датчика контроля нагрева объекта (ДКНО) и полученных измерений.

Для отображения информации о состоянии ДКНО используется цветовой индикатор, который принимает следующие цветовые значения:

- при нормальном состоянии датчика – индикатор зеленого цвета;
- при сбоях по причинам «Обрыв кабеля» и «Нарушение пакета» – индикатор желтого цвета;
- при отсутствии ответа – индикатор красного цвета.

Также используется еще один цветовой индикатор для визуального оповещения пользователя о превышении температурных значений границ предельно-допустимой температуры (ПДТ) или критической температуры (КТ).

Этот индикатор принимает следующие цветовые значения:

- при нормальных температурных значениях – индикатор зеленого цвета;
- при превышении ПДТ – индикатор желтого цвета;
- при превышении КТ – индикатор красного цвета;

При превышении границ ПДТ и КТ, для привлечения внимания оператора, используется мигание индикатора. Наиболее оптимальной частотой мигания для большего привлечения внимания считается частота 1–2 Гц [4]. Частота в 1 Гц принята в качестве наиболее раздражительной частоты мигания и используется в качестве мигания индикатора при превышении заданных границ.

При превышении границы КТ, помимо мигания индикатора, используются сигналы оповещения о превышении данной границы. А именно предполагается использовать звуковую сигнализацию. Это необходимо для быстрого привлечения внимания оператора, работающего с программой, чтобы он мог своевременно принять меры для исправления данной ситуации.

Существует множество различных способов и методов визуализации данных в виде серий отсчетов. К этим методам обычно относят контурные графики, закрашивание поверхностей одинаковых значений, специальные формы представления различных типов данных, а также цветовое кодирование. В автоматизированной системе контроля температуры используется цветовое кодирование текущего температурного значения, полученного от датчика контроля нагрева объекта.

Для реализации цветового кодирования в первую очередь был выбран цветовой диапазон, в котором определяется цвет для конкретного значения температуры в зависимости от его положения относительно границ допустимого диапазона.

Для определения цветового диапазона кодирования численных параметров была выбрана цветовая модель RGB (Red, Green, Blue) [5]. Каждый цветовой канал (красный, синий, зеленый) кодируется целым числом в диапазоне от 0 до 255.

На рис. 2 модель представлена в виде цветового куба, который построен по осям RGB. Начало координат представляет черный цвет ($R = 0, G = 0, B = 0$), а противоположная вершина – белый ($R = 255, G = 255, B = 255$).

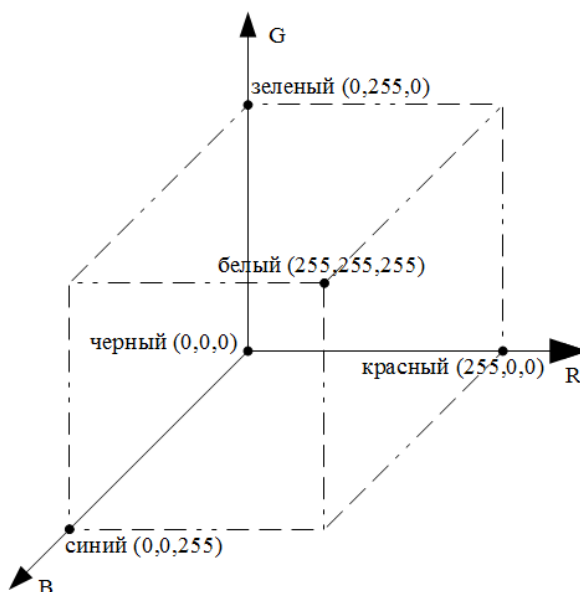


Рис. 2. Цветовой куб

Вершины куба, расположенные по осям, представляют основные цвета (красный, зеленый, синий), а внутри куба располагаются цвета, получаемые путем смешения этих основных цветовых каналов.

Используются следующие узловые точки:

- параметр соответствует максимальной температуре – зеленый цвет;
- параметр между максимумом и минимумом – пропорциональная интерполяция зеленого и красного цвета;
- параметр соответствует минимальной температуре – красный цвет.

В результате получена функция цветового кодирования, генерирующая цвет (в диапазоне от зеленого до красного цвета), в зависимости от полученного температурного значения. Результирующий набор цветов отвечает требованиям эргономичности и информативности.

Обычно используется цветовая гамма, в которой по мере убывания температурного значения цвета меняются от зеленого к красному [6]. Следовательно, необходимо использовать следующий цветовой диапазон: от зеленого (цвета безопасности) до желтого, а затем от желтого до красного (цвета опасности).

В результате получена функция, возвращающая цветовой код в зависимости от нового температурного значения:

$$\text{Col}(\min, \max, T) = \begin{cases} H=255/(\min - \max), \\ R=H \times (T - \min), \quad G=H \times (\max - T), \quad B=0, \end{cases} \quad (1)$$

где Col – функция, возвращающая цвет в формате RGB в зависимости от аргументов; min – аргумент функции Color, минимальное значение температуры в текущий момент времени; max – аргумент функции Color, максимальное значение температуры в текущий момент времени; T – аргумент функции Color, температурное значение, измеренное в текущий момент времени; H – шаг по цветовой шкале; R, G, B – цветовые компоненты, изменяющиеся в диапазоне (0...255).

Предложенная функция цветового кодирования в данном случае позволяет быстро, не обращаясь к предыдущим температурным значениям, отследить реальное состояние объекта.

В ходе работы были рассмотрены методы графического представления данных, полученных от датчика бесконтактного измерения температуры. Были проанализированы различные способы визуализации данных и разработана функция цветового кодирования конкретного температурного значения.

В результате разработана автоматизированная система контроля температуры объекта, в которой были реализованы различные методы визуального представления графических данных, такие как графики, цветовая индикация и цветовое кодирование.

Библиографический список

1. Маккэндлесс Д. Инфографика. Самые интересные данные в графическом представлении. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2013. – 264 с.
2. Боумен У. Графическое представление информации. – М.: Мир, 1971. – 224 с.
3. Кузьмин А.В., Бодин О.Н. Представление и визуализация объемных объектов // Полет. – 2008. – № 3. – С. 49–55.
4. Конакова И.П., Пирогова И.И. Инженерная и компьютерная графика: учеб. пособие. – Екатеринбург: Изд-во УрФУ, 2014. – 90 с.
5. Херн Д., Бейкер М.П. Компьютерная графика и стандарт OpenGL. – М.: Вильямс, 2005. – 1168 с.
6. Косников Ю.Н. Построение интерфейса человек-компьютер для системы автоматизированного управления сложными объектами // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2014. – № 4. – С. 82–92.

Сведения об авторах

Федоренко Вероника Владимировна – студентка Пензенского государственного университета, гр. 12во1, г. Пенза, e-mail: tanevazhnozh@mail.ru.

Кузьмин Андрей Викторович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Информационно-вычислительные системы» Пензенского государственного университета, г. Пенза, e-mail: flickerlight@inbox.ru.

Е.М. Бикметова

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ КОНВЕЙЕРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

В данной статье представлена имитационная модель формирования календарного плана в среде имитационного моделирования Anylogic, произведен расчет для двух и четырехстаночного производства с установленным временем.

Ключевые слова: имитационное моделирование, календарное планирование, Anylogic.

E.M. Bikmetova

IMITATION MODELING OF CALENDAR PLANNING OF CONVEYOR PRODUCTION

This article about imitation model for forming of a calendar plan in the simulation environment Anylogic, optimal two- and four- stage production schedules with setup times included.

Keywords: simulation modelling, scheduling, Anylogic.

Актуальность работы. Имитационное моделирование календарного планирования конвейерного производства представляет собой актуальную тему для изучения. Задача составления оптимальной подачи деталей на станки является важной задачей планирования производства в настоящее время.

Однако, несмотря на множество исследований в данной области, потребность в изучении задач теории расписаний и календарного планирования не исчезает. Большой интерес к таким задачам вызывает классическая задача Джонсона для множества станков, исходя из того, что задача с двумя станками полиномиально разрешима. Тем не менее уже для трех машин задача является NP-трудной и привлекает внимание многих исследователей [1].

В данной статье проводится эксперимент формирования календарного плана в среде имитационного моделирования Anylogic, проводится вычисление задач календарного планирования для двух и четырех станков.

Классическая задача Джонсона. Пусть имеется система из n работ и m множеств ресурсов и средств, используемых для выполнения этих работ. Считаем, что наша система является системой конвейерного типа, т.е. последовательность использования ресурсов и средств в процессе выполнения работы одинакова для каждой работы (работа соответствует заказу) [2].

Имитационная модель представлена на рис. 1.

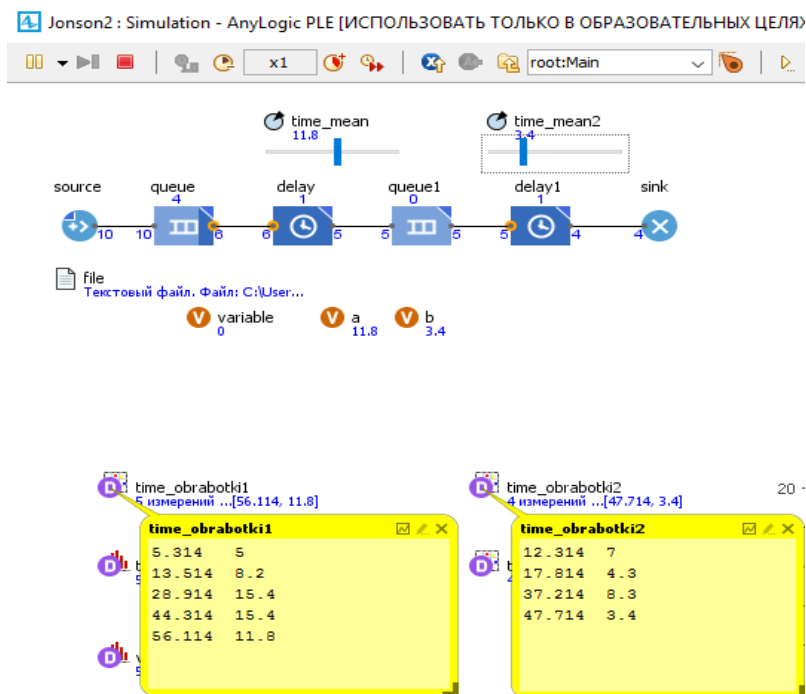


Рис. 1. Имитационная модель классической задачи Джонсона для двух станков

Дано описание использованных блоков библиотеки моделирования процессов. Source имитирует подачу заявок. Объект использован для подачи деталей на станки, можно задать какое угодно количество. Объекты delay представлены станками; Queue формируют очередь. Time_mean и Time_mean2 – время обработки деталей на станках, на модели время изменяется при помощи бегунка (можно задать массивом, чтобы постоянно не передвигать бегунок). Объекты

сбора статистики time_obrabotki1 и time_obrabotki2 (значение во вторых столбцах) показывают время обработки каждой детали на 1-м и 2-м станке соответственно. Все данные по обработке на станках записываются в текстовый файл.

Вычислительный эксперимент классической задачи Джонсона для двух станков. Пусть информация о времени обработки задана в табл. 1.

Таблица 1

Входные данные

№ детали	1 станок	2 станок
1	9	4
2	2	5
3	6	1
4	4	8
5	5	6
6	4	2
7	3	9
8	6	7
9	5	1
10	2	3

Вводим эти данные на вход имитационной модели. Получаем табл. 2.

Таблица 2

Выходные данные

№ детали	1 станок	2 станок
2	2	5
10	2	3
7	3	9
4	4	8
5	5	6
8	6	7
1	9	4
6	4	2
9	5	1
3	6	1

Время простоя второй машины при первичном порядке равно 11.

Время простоя при оптимальной перестановке равно 2.

Суммарное время выполнения работ – 48 единиц.

Вычислительный эксперимент алгоритма Петрова–Соколицына [3]. Пусть информация о времени обработки задана в табл. 3.

Таблица 3

Входные данные

№ детали	1-й станок	2-й станок	3-й станок	4-й станок
1	9	4	5	4
2	2	5	4	3
3	6	1	3	2
4	4	8	8	7
5	5	6	1	1
6	4	2	3	8
7	3	9	5	3
8	6	7	9	9
9	5	1	7	5
10	2	3	6	3

Варианты обработки партий основаны на следующих критериях:

1) в порядке убывания суммарного времени выполнения технологических операций, исключая первое рабочее место. Партия предметов, имеющая максимальную длительность выполнения, включается в план выпуска первой;

2) в порядке возрастания суммарного времени выполнения операций, исключая последнее рабочее место. Партия предметов, имеющая минимальную длительность выполнения, включается в план выпуска первой;

3) в порядке убывания разности. Лучшая последовательность выбирается в зависимости от критерия оптимальности.

Пусть критерий задан как поиск минимальной длительности производственного цикла.

Сортировка в порядке возрастания по первой сумме (от первого до предпоследнего станка): общая длительность производственного цикла равна 63 (табл. 4).

Сортировка по убыванию по второй сумме: общая длительность производственного цикла равна 70.

Сортировка по разности: общая длительность производственного цикла равна 64.

В данной задаче лучшая последовательность:

6–3–2–10–5–9–7–1–4–8.

Таблица 4

Общая длительность производственного цикла для первого случая

№ детали	1-й станок	2-й станок	3-й станок	4-й станок
6	4	6	9	17
3	10	11	14	16
2	12	18	22	25
10	14	21	28	28
5	19	27	29	29
9	24	28	36	34
7	27	37	41	37
1	36	41	46	41
4	40	49	54	48
8	46	56	63	57

Выводы: построена имитационная модель задачи Джонсона в классическом виде в среде AnyLogic. Проводятся вычислительные эксперименты для классической задачи Джонсона (для двух станков) и алгоритма Петрова–Соколицина для четырех станков.

В дальнейшем планируется рассмотреть различные методы получения календарного плана и составления расписания, при этом провести оптимизацию календарного планирования конвейерного производства на основе имитационного моделирования.

Библиографический список

1. Сервах В.В. Анализ сложности и разработка алгоритмов решения задач календарного планирования и теории расписаний: автореферат дис. ... д-ра физ.-мат. наук: 01.01.09. – Омск, 2010. – 29 с.
2. Зраенко А.С. Система распределения ресурсов и формирования коалиций и ее применение на промышленных предприятиях дивизиональной структуры управления при выполнении крупных заказов: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.01. – Самара, 2014. – 252 с.
3. Бражников М.А. Управление ритмичностью производства. – 2013. – 269 с.

Сведения об авторе

Бикметова Екатерина Михайловна – магистрант Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. АСУ2-15-1м, г. Пермь, e-mail: ekaterina.podergina@yandex.ru.

Д.В. Кондаков, Д.С. Курушин

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УГЛОВ КРЕНА И ТАНГАЖА ПО ДАННЫМ ЦИФРОВОГО АКСЕЛЕРОМЕТРА

Рассматривается способ получения углов крена и тангажа по данным цифрового акселерометра. Определены понятия углов крена и тангажа. Выведены формулы расчета искомых углов. Приведены результаты практического эксперимента по получению искомых углов. Показана взаимозависимость значений углов.

Ключевые слова: крен, тангаж, акселерометр, ускорение.

D.V. Kondakov, D.S. Kurushin

DETERMINATION OF ROLL AND PITCH ANGLES FROM DATA OF A DIGITAL ACCELEROMETER

The method of obtaining angles of roll and pitch according to a digital accelerometer is considered. The concepts of the angles of roll and pitch are defined. Formulas for calculating the desired angles are derived. The results of a practical experiment on obtaining the desired angles are presented. The interdependence of the angles is shown.

Keywords: roll, pitch, accelerometer, acceleration.

Определение углов крена и тангажа является основной частью задачи пространственной ориентации и гиросtabilизации. В рамках данной работы будет рассмотрен способ определения искомых углов с помощью цифрового акселерометра на примере микросхемы ADXL345 компании Analog Devices. Это трехосевой акселерометр разрядностью 13 бит, предназначенный для использования в мобильных устройствах. Он имеет возможность детектирования удара и состояния свободного падения и способен измерять ускорения вплоть до $\pm 16g$ [1].

Углами крена и тангажа будем считать углы поворота горизонтальной плоскости датчика от пространственного горизонта в плоскостях YZ и XZ соответственно (рис. 1).

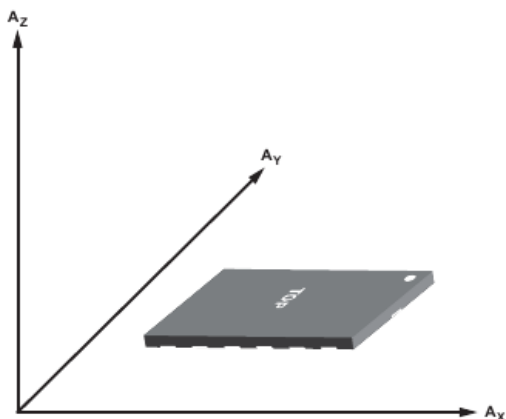


Рис. 1. Расположение осей измерения датчика [1]

Для определения углов крена и тангажа необходимо получить значения ускорений по трем осям акселерометра при условии неподвижности платформы, на которой он установлен. При отсутствии посторонних ускорений на платформу с акселерометром будет действовать ускорение свободного падения, направленное вертикально вниз. Направление вектора $\vec{g}$ этого ускорения можно считать эталонной вертикалью (рис. 2).

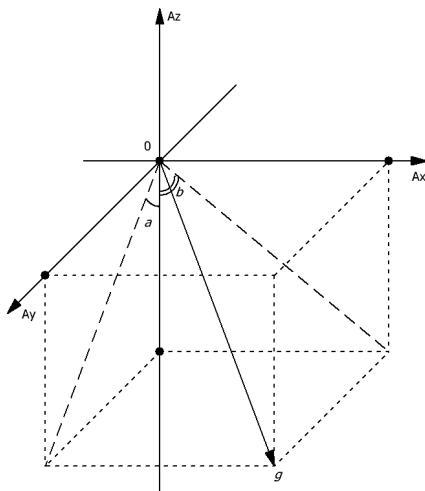


Рис. 2. Углы крена и тангажа

На рис. 2 показаны углы a и b , которые являются соответственно углом крена и углом тангажа. Это углы между осью Az датчика и проекциями пространственной вертикали g на плоскости YZ и XZ . Из школьного курса тригонометрии известно, что тангенс угла – это отношение противолежащего катета прямоугольного треугольника к прилежащему:

$$\operatorname{tg}(a) = \frac{Ay}{Az}, \quad \operatorname{tg}(b) = \frac{Ax}{Az}, \quad (1)$$

где Ax , Ay и Az – измеренные значения ускорений по осям.

Таким образом, на основе измеренных значений ускорения по трем осям можно определить углы крена и тангажа по следующим формулам:

$$a = \operatorname{arctg}\left(\frac{Ay}{Az}\right), \quad b = \operatorname{arctg}\left(\frac{Ax}{Az}\right), \quad (2)$$

где Ax , Ay и Az – измеренные значения ускорений по осям.

Для определения углов крена и тангажа по этому методу не важны собственно значения ускорений. Важно, чтобы они были одной размерности, что необходимо учитывать в случае, если ускорения по осям получены от трех различных датчиков. В данном случае, когда датчик один, этим требованием можно пренебречь. Для проверки правильности вычисления углов был проведен эксперимент. Платформа с датчиком была установлена на поворотное основание, и была произведена запись измеренных значений углов при изменении их реальных значений. График изменения углов крена и тангажа показан на рис. 3.

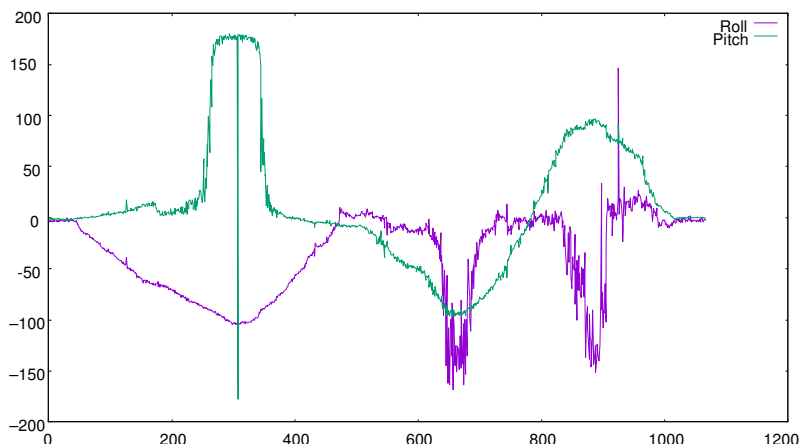


Рис. 3. График изменения углов крена и тангажа

В ходе эксперимента датчик был плавно повернут на -90 градусов по оси Ax (крен, график Roll), затем угол крена был установлен в 0 градусов. Далее изменялся угол тангажа (график Pitch): от 0 до -90 градусов, от -90 до 0 градусов, от 0 до 90 градусов и от 90 до 0 градусов.

Из рисунка видно, что значения углов взаимозависимы. Кроме того, присутствует шум, который объясняется наличием паразитных линейных ускорений при вращении датчика. Для фильтрации шума могут использоваться разнообразные фильтры, которые объединяют обработку данных акселерометра и гироскопа. Например, это может быть простейший комплементарный фильтр [2], а также фильтр Калмана [3].

Библиографический список

1. Analog Devices, Inc.: Digital Accelerometer ADXL345 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/ADXL345.PDF> (дата обращения: 02.03.2017).
2. Плата управления квадрокоптером. Комплементарный фильтр [Электронный ресурс]. – URL: http://we.easyelectronics.ru/quadro_and_any_copters/plata-upravleniya-kvadrokopterom-komplementarnyy-filtr.html (дата обращения: 02.03.2017).
3. Фильтр Калмана [Электронный ресурс]. – URL: <https://habrahabr.ru/post/166693/> (дата обращения: 02.03.2017).

Сведения об авторах

Кондаков Даниил Владимирович – магистрант Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. АСУ2-15-1м, г. Пермь, e-mail: x8973@yandex.ru.

Курушин Даниил Сергеевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: daniel.kurushin@gmail.com.

Д.А. Селуков, А.Ф. Хабибулин

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ С ПРИЛОЖЕНИЯМИ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ ПРИ ПОМОЩИ LEAPMOTION CONTROLLER

В данной статье рассматриваются различные типы и виды устройств для взаимодействия с виртуальной реальностью. Описывается разработанная методика жестов для управления виртуальным миром.

Ключевые слова: виртуальная реальность, leapmotion controller, жесты.

D.A. Selukov, A.F. Khabibulin

DEVELOPMENT OF METHODS OF INTERACTION OF USERS WITH APPLICATIONS OF VIRTUAL REALITY WITH LEAPMOTION CONTROLLER

This article discusses the different types and types of devices for interacting with virtual reality. The developed technique of gestures for management of the virtual world is described.

Keywords: virtual reality, leapmotion controller, gestures.

На сегодняшний день термин «виртуальная реальность» приобретает все большую популярность в мире. Принимая во внимание новизну данного понятия, стоит дать ему следующее определение: виртуальная реальность – это мир, созданный при помощи технических средств, передаваемый человеку через его органы чувств. Крупные компании, инвестирующие в данную отрасль, создают все больше технических устройств, позволяющих пользователям «погрузиться» в виртуальный мир. Среди таких компаний находятся Google, Facebook и Apple. Прогнозируя дальнейшее развитие в данной сфере и массовый интерес к ней, компании выпускают на рынок устройства, все больше «погружающие» человека в виртуальную реальность, т.е. задействующие больше его ощущений.

Все устройства для взаимодействия пользователя с виртуальной реальностью можно разделить на две группы. Первая представляет собой устройства для визуального восприятия виртуального мира,

а вторая – для взаимодействия с ним. Устройства, относящиеся к первой группе, представляют собой очки виртуальной реальности, изображенные на рис. 1.



Рис. 1. Очки виртуальной реальности

Данные устройства могут быть двух типов. Очки, использующие в качестве устройства, выдающего изображение, телефон, или очки с собственным экраном. В большинстве случаев очки виртуальной реальности оснащены датчиками для определения поворота и наклона головы, а также датчиками, отслеживающими ее позицию в пространстве. Остальные элементы включают в себя две асферические линзы, которые выполняют преобразование раздвоенного изображения в единое целое, колонки для воспроизведения звука и ремешок для крепления очков к голове [1]. Данные очки способны представлять только визуальное взаимодействие с виртуальным миром, не давая возможности непосредственного взаимодействия с ним.

Вторая группа устройств представляет собой технические средства для взаимодействия с виртуальным миром при помощи рук, ног или туловища. Данную группу также можно разделить на несколько подгрупп: манипуляторы и пульты, датчики, закрепленные на определенных участках тела, и контроллеры, считывающие движения. Недостатки первой группы основываются на том, что пользователю, на которого надеты очки виртуальной реальности, доставляет неудобство обучение управлению в приложении, так как очки необходимо каждый раз снимать, чтобы проверить, правильная ли кнопка нажата. Главным недостатком второго способа является дороговизна

технических устройств. Датчики и приемники сигнала, поступающего с них, являются недешевым удовольствием и используются в основном для разработки приложений, требующих точность движений. Например, тренажер виртуальной реальности для хирурга или рабочего на станке. Устройства же третьей подгруппы являются наиболее продвинутыми на сегодняшний день и пользуются большой популярностью, к ним относится и LeapMotion Controller (рис. 2).



Рис. 2. LeapMotion Controller

Основной задачей LeapMotion Controller являются считывание положения рук в пространстве и передача считанных параметров на компьютер, где специальное приложение анимирует виртуальные руки в соответствии с движением рук пользователя. Пакет для разработчиков под это устройство включает в себя большой набор программ, позволяющих писать приложения на популярных игровых движках [2]. На сегодняшний день данное устройство применяется для разработки игровых и конструкторских приложений, использующих технологию виртуальной реальности.

Методы, реализованные в уже существующих приложениях, использующих LeapMotion Controller, основываются на простоте использования и обучения. Однако во всех приложениях взаимодействие с виртуальным миром реализовано по-разному, что доставляет некий дискомфорт пользователю, заставляя его каждый раз переучиваться для работы с новым приложением [3]. Исходя из этого, есть смысл предложить вариант создания единой системы движений, на которую в дальнейшем смогли бы ссылаться разработчики при проектировании приложений с LeapMotion Controller, или других устройств, использующих захват рук.

Основной смысл стандартизации движений заключается в упрощении взаимодействия с приложениями, поэтому все манипуляции

должны быть интуитивно понятными. Первым и основным жестом должен быть жест выбора. Это может быть выбор пункта или подпункта меню, или же просто нажатие на кнопку в приложении. Данный жест будет представлять собой вытянутый указательный палец и движение рукой вперед. Завершение работы приложения предлагается делать сдвижением ладоней с разных концов экрана к центру. Жесты для навигации по приложению будут двух типов. При вертикальной навигации необходимо будет поднять ладонь любой из рук вверх и опускать вниз, вместе с ней будет прокручиваться соответствующий контент, для обратного движения соответственно ладонь должна идти снизу вверх. При горизонтальной навигации ладони должны двигаться справа налево или же для прокрутки в обратную сторону – слева направо. Для приближения контента приложения предлагается использовать жест раздвижения указательного и большого пальцев, предварительно соединенных вместе, для удаления обратный жест – сдвижение указательного и большого пальцев. Для вызова окна из уже работающего приложения, например справки или меню, предлагается использовать жест раздвижения всех пальцев, предварительно соединенных вместе. Для сворачивания приложения будет использован жест движения вытянутого указательного пальца от верхнего правого угла экрана до нижнего левого по диагонали. Данная система движений может быть стандартизирована и применена при разработке. Видя новое приложение, пользователь бы заранее знал основные базовые его функции, что сократило бы ему время и устранило некоторые неудобства при первом ознакомлении.

В заключение хотелось бы отметить, что данная методика взаимодействия пользователя с приложением, использующим технологию виртуальной реальности, при разработке опиралась на уже привычные пользователям жесты. При дальнейшем развитии сферы виртуальной реальности вышеописанная система, несомненно, должна пополняться новыми жестами.

Библиографический список

1. Принцип работы очков виртуальной реальности [Электронный ресурс]. – URL: <https://geektimes.ru/post/181159/> (дата обращения: 15.03.2017).

2. Обзор LeapMotion Controller [Электронный ресурс]. – URL: <https://habrahabr.ru/company/rozetked/blog/190404/> (дата обращения: 15.03.2017).

3. Взаимодействие пользователя с виртуальной средой [Электронный ресурс]. – URL: <https://habrahabr.ru/post/324002/> (дата обращения: 15.03.2017).

Сведения об авторах

Селуков Дмитрий Александрович – магистрант Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. РИС-16-1м, г. Пермь, e-mail: selukoff2012@gmail.com.

Хабибулин Айдар Фаданисович – старший преподаватель кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: shimakenshi@gmail.com.

Е.В. Немтинова

РАСПРЕДЕЛЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЛОКАЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ МРК

В данной статье будет рассмотрена небольшая часть всего роботизированного комплекса – распределенная система обеспечения локального движения. Для работы этой системы необходимо обеспечить передачу данных о трехмерном окружении от системы технического зрения (СТЗ) в подсистему локального планирования, в удобном для нее виде. В статье показаны основные этапы преобразования данных в матрицу вероятностей, а также приведен алгоритм программы с результатами работы.

Ключевые слова: роботизированный комплекс, система технического зрения, подсистема локального планирования, преобразование данных, карта диспарантности.

E.V. Nemtinova

THE DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM FOR MOBILE ROBOTIC PLATFORM SHORT RANGE MOVEMENT

In this article, a small part of the entire robotic complex is a distributed system for ensuring local motion of MRC will considered. For the operation of this system, it is necessary to provide transfer data about the three-dimensional environment from the vision system to the local planning subsystem, in a form convenient for it. The article shows the main stages of data transformation into the probability matrix and also shows the program algorithm with the results of the work.

Keywords: robotic complex, vision system, local planning subsystem, data conversion, disparity map.

Для выполнения своих задач и корректности работы мобильный роботизированный комплекс (МРК) разделен на определенные подсистемы, взаимодействующие между собой.

За построение маршрута без взаимодействия с картами отвечает распределенная система обеспечения локального движения МРК, основными компонентами которой являются система технического зрения (СТЗ) и подсистема локального планирования. Схематически связь этих подсистем и данные, которыми они обмениваются, показаны на рис. 1.



Рис. 1. Отображение результатов обмена подсистем

Для корректной работы МРК в подсистему локального планирования необходимо передать карту вероятностей, которая представляет собой матрицу, характеризующую вероятность встретить препятствие на местности. Пример некоторой матрицы A размерностью 3×3 :

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0,3 & 0 & 0,5 \\ 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}.$$

Основной задачей системы обеспечения локального движения является преобразование данных с СТЗ к виду, удобному для работы подсистемы локального планирования. Поскольку в системе локального планирования за основу выбора пути был взят метод наименьшей суммы вероятностей встречи препятствия на пути движения МРК, необходимо решить ряд вопросов, таких как получение расстояния до видимых препятствий и вычисление суммы вероятности встретить эти преграды.

Для того чтобы вычислить расстояние до объектов, находящихся в зоне видимости робота, в составе системы технического зрения имеется стереокамера. Процесс получения карты вероятности из снимков со стереопары является очень сложным, так как требует выполнения ряда преобразований и перехода из одной системы координат в другую. Схематически процесс получения карты вероятности можно представить в следующем виде (рис. 2).

Теперь поподробнее остановимся на каждом этапе формирования такой карты.

Из имеющейся стереокамеры загружаются два стереоснимка, на основе которых с помощью соответствующей программы строится карта расхождений. Из неё извлекаются необходимые координаты (X, Y, Z) всех найденных точек, где (X, Y) – это значения точки в пикселях, а координаты глубины Z имеют свой собственный формат измерения.

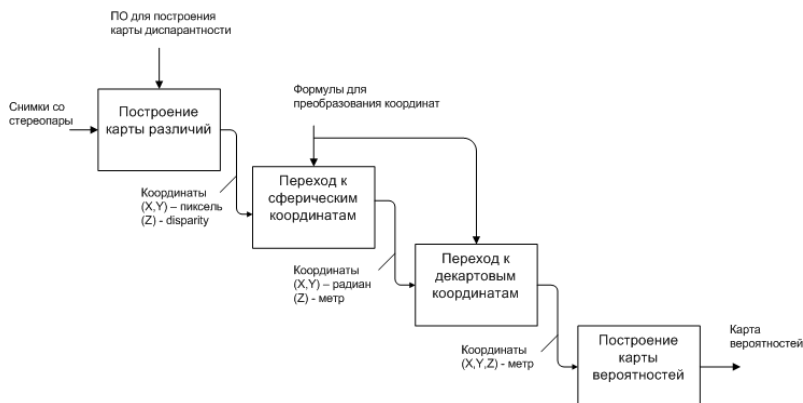


Рис. 2. Процесс получения карты вероятности

Далее для корректности вычислений от пикселей осуществляется переход к сферическим координатам, логика перехода и основные формулы описаны в [2], в результате которых значения (X, Y) преобразуются в радианы. Также на этом этапе согласно формуле (1) координаты Z превращаются в глубину с нужной единицей измерения – метр [1].

$$Z = (f \cdot T) d,$$

где f – значение фокуса, T – параллакс (1).

Затем для получения координат на плоскости осуществляется переход к прямоугольным координатам по формулам, рассмотренным также в [2], откуда извлекаются необходимые координаты (X, Y, Z) в метрах.

Вдобавок для того, чтобы результаты преобразований и полученная карта вероятности были достоверными, рассмотренные выше этапы необходимо повторить для нескольких измерений n .

Для создания карты вероятности вся область координат разбивается на ячейки-интервалы, затем точки размещаются в полученные ячейки и вычисляется матрица, которая считает число точек, попавших в промежуток. Вероятность рассчитывается как результат деления количества попаданий на число измерений.

На рис. 3 представлена общая блок-схема алгоритма работы программы преобразования данных для подготовки к отправке в подсистему локального планирования.

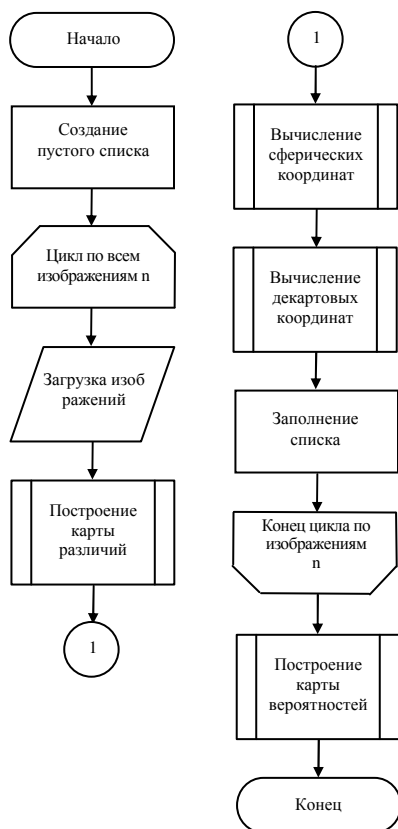


Рис. 3. Общая блок-схема алгоритма преобразования данных

Алгоритм и все predetermined operations, участвующие в нем, реализованы в среде Python 3.5.

Написанной программе представлялись 5 пар стереоизображений, пример одного из них показан на рис. 4.

Так как изначально при параллаксе 50 мм не было сделано несколько изображений, для моделирования реальной ситуации, а также для проверки алгоритма начальные 2 изображения были несколько раз искажены под одинаковым углом для каждой пары.

В результате выполнения программы была получена матрица вероятности размерностью 40×40, которая хранится в файле f.dat, который передается в подсистему локального планирования.

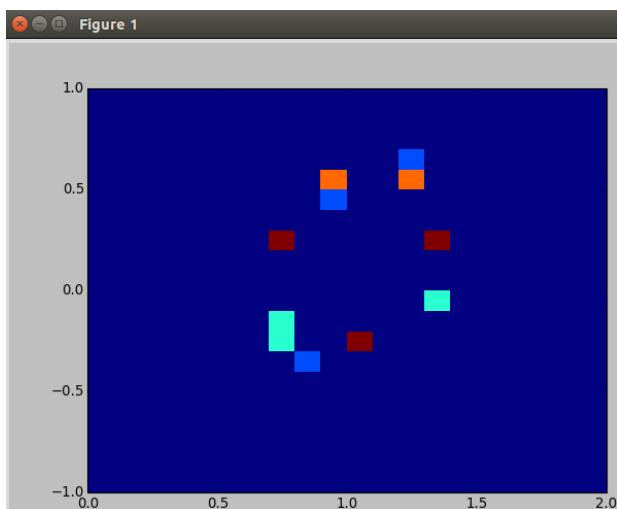


Рис. 5. Пример визуализации

Библиографический список

1. Куракин А. Основы стереозрения [Электронный ресурс]. – URL: <https://habrahabr.ru/post/130300/> (дата обращения: 03.04.2017).
2. Сферические координаты (сферическая система координат) [Электронный ресурс]. – URL: <http://mathhelpplanet.com/static.php?p=sfericheskie-koordinaty> (дата обращения: 03.04.2017).

Сведения об авторе

Немтинова Евгения Валентиновна – магистрант Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. АСУ1-15-1м, г. Пермь, e-mail: evgenia_nemtinova@mail.ru.

В.В. Чемерилов, А.С. Фадеев

ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕМАНТИКО-СИНТАКСИЧЕСКИХ АНАЛИЗАТОРОВ ТЕКСТА ДЛЯ ИНТЕГРАЦИИ ИНТОНАЦИИ В СИНТЕЗАТОРЫ РЕЧИ

В данной статье приводится обзор современных систем синтаксического и семантико-синтаксического анализа текста для синтеза речи. Рассматриваются их принцип работы, достоинства и недостатки и выделяются преимущества семантико-синтаксических анализаторов над синтаксическими.

Ключевые слова: синтез речи, интонация, анализаторы, синтаксический анализ, морфологический анализ, семантический анализ.

V.V. Chemerilov, A.S. Fadeev

ADVANTAGES OF USING SEMANTIC AND SYNTACTIC PARSERS FOR INTEGRATION OF INTONATION IN TTS

This article provides an overview of modern systems of syntactic and semantics analysis of text for speech synthesis. Their principle of operation, advantages and disadvantages are considered and the advantages of semantic and syntactic analysis over syntactic ones are highlighted.

Keywords: speech synthesis, intonation, parsers, syntactic analysis, morphological analysis, semantic analysis.

Для передачи вербальной информации человек обычно вступает в диалог с предполагаемым собеседником. Сначала может показаться, что важную роль в общении с человеком играют только слова. Именно с помощью слов люди передают свои мысли собеседнику. Однако в реальной жизни слова могут произноситься с эмоциональной окраской и разными чувствами. В этом главную роль играет интонация.

Отсутствие интонации в речи делает ее монотонной. Слушая однообразную речь, приходится затрачивать гораздо больше усилий на ее осмысление, и результат не всегда бывает правильным.

Современный искусственный голос способен конвертировать практически любую текстовую информацию в звук. Однако качество речи таких систем оставляет желать лучшего. Отсутствие интонации в искусственной речи объясняется сложностью алгоритмов, на основании которых выделяются места для смены речевых характеристик

в тексте. Компьютер воспринимает текст как набор символов и не видит связи между словами в предложении. Ученые, которые занимаются вопросами интеграции интонации в речь синтезатора, предлагают использовать специальные программы – анализаторы текста. Такие программы проводят синтаксические, семантические и морфологические анализы, на основе которых можно будет построить требуемые алгоритмы.

Синтаксические анализаторы текста проводят синтаксический анализ текста, в котором анализируется связь между словами в предложении. Для обзора были проанализированы программы ЭТАП-3 и Maltparser. Синтаксический анализатор текста ЭТАП-3 (рис. 1) был разработан в Институте проблем передачи информации РАН. Он представляет собой систему для анализа текста на английском и русском языках [1]. Работа данного анализатора осуществляется на основе специального комбинированного словаря и нескольких сотен синтаксических правил.

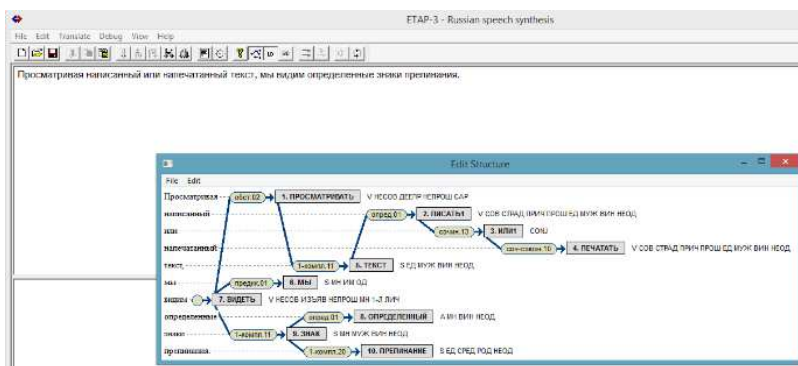


Рис. 1. Интерфейс синтаксического анализатора ЭТАП-3

Комбинированный словарь содержит около 1 000 000 слов [2]. Он представляет собой набор элементов, каждый из которых содержит:

- 1) данные морфологического анализа слова;
- 2) варианты согласования с другими словами с указанием параметров этих слов;
- 3) коллокации;
- 4) синонимы;
- 5) антонимы;

- 6) дескриптор слова.
- 7) однокоренные слова других частей речи.

Синтаксические правила конвертируются в специальный набор символов. Каждое правило состоит из двух частей: последовательность групп предикатов и действия. В результате работы программы строится синтаксическое дерево, которое содержит большое количество лишних синтаксических связей, для удаления которых используют специальные правила:

1. Правило выбора члена предложения является корневым элементом в синтаксическом дереве.
2. Интерсинтаксические правила. Они позволяют расставить некоторые абсолютные веса дугам синтаксического дерева.
3. Прочие правила, применяемые к синтаксическому дереву.

Maltparser [3] – это инструмент для работы с деревьями зависимостей. Он позволяет построить модель по размеченному тексту и деревья для новых данных, основываясь на ней. Анализатор содержит несколько алгоритмов построения деревьев (рис. 2).

Кабинет	S.m.nom.sg	2	предик
отличался	V.m.real.sg	0	ROOT
скромностью	S.f.ins.sg	2	2-компл
присущей	A.f.ins.sg	3	опред
Семену	S.dat.m.sg	4	1-компл
Еремеевичу	S.dat.m.sg	5	аппоз

Рис. 2. Данные синтаксического анализа системы Maltparser

Для оценки возможностей семантико-синтаксических анализаторов был проведен анализ систем ABBYY Comprero и Semsin.

Система ABBYY Comprero представляет собой интеллектуальную систему анализа текста, в основе которой лежит универсальное дерево понятий [2]. Корневыми элементами данного дерева являются некоторые области человеческой жизни, которые впоследствии ветвятся на более конкретные области, а листьями дерева являются слова.

В результате работы система выдает выходную информацию в виде синтаксического дерева зависимостей, расширенного дополнительными связями. Также система формирует данные морфологического и семантического анализов.

SemSin – это семантико-синтаксический анализатор, в задачи которого входят снятие частеречной и морфологической омонимии, построение синтаксического дерева зависимостей и частичное снятие лексической неоднозначности (рис. 3).

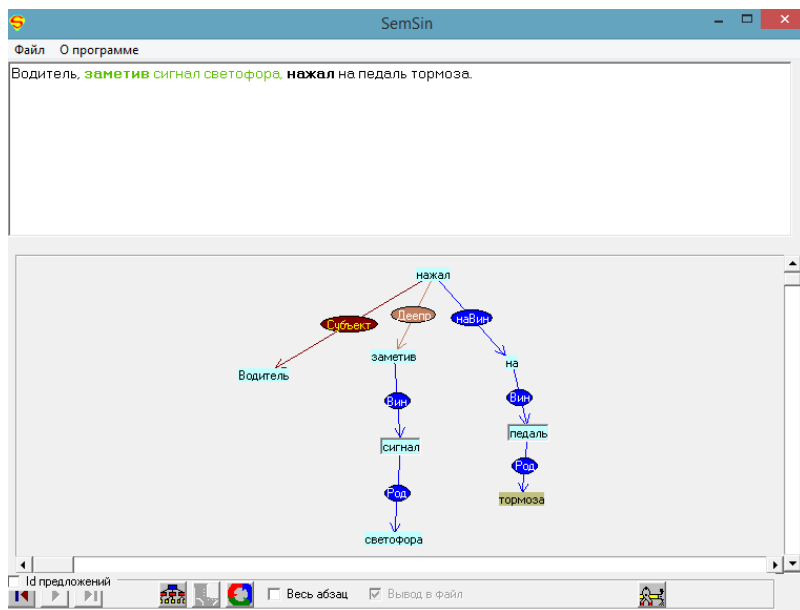


Рис. 3. Интерфейс семантико-синтаксического анализатора Semsin

Программа содержит 177 тысяч лексем, распределенных по 1660 классам, что позволит преобразовать даже сложный технический текст в качественную речь [6]. В 2014 г. были проведены испытания анализатора Semsin с целью категоризация текстов для структурирования массива исторических документов. В результате точность определения лемм была не ниже 97 %.

Semsin может провести:

- разбиение текста на предложения и токенизацию;
- синтаксический анализ текста:
 - определяет синтаксическую связь между соседними словами в предложении путем задания вопроса от одного слова к другому;
 - строит синтаксическое дерево зависимостей слов в тексте;
- морфологический анализ текста. Определяет характеристики слов как частей речи;

- может подобрать лексему слова в специализированном тексте;
- определяет семантический класс;
- средняя скорость работы 55 слов в секунду.

Основным недостатком системы является то, что она не всегда правильно определяет синтаксические связи слов и семантический класс слова.

В работе был проведен анализ синтаксических и семантико-синтаксических анализаторов текста. Семантико-синтаксические анализаторы не только проводят морфологический анализ слова и строят синтаксическое дерево зависимостей, но и выводят данные семантического анализа. Интонацию, которую можно выделить на основе данных в пределах одного предложения, можно интегрировать в искусственный голос с помощью синтаксического анализа. В работе [7] Б.М. Лобанов успешно выделяет интонацию, используя анализатор «ЭТАП-3». В работе [8] М.В. Попова использует анализатор Maltparser для выделения логического ударения в пределах одного предложения. Однако данных синтаксического и морфологического анализа не хватает для выделения большинства видов интонации, так как чаще всего интонация зависит от смысла. Анализируя семантические связи на уровне слов и предложений, можно определить основную мысль фразы и правильно расставить интонацию.

Библиографический список

1. Многоцелевой лингвистический процессор ЭТАП-3 [Электронный ресурс]. – URL: <http://iitp.ru/ru/science/works/452.htm> (дата обращения: 05.04.2017).
2. Артемов М.А., Владимиров А.Н., Селезнев К.Е. Обзор систем анализа естественного текста на русском языке [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.vestnik.vsu.ru/pdf/analiz/2013/02/2013-02-31.pdf> (дата обращения: 05.04.2017).
3. MaltParser [Электронный ресурс]. – URL: <https://nlpub.ru/MaltParser> (дата обращения: 05.04.2017).
4. Каневский Е.А., Боярский К.К. Семантико-синтаксический анализатор SemSin [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.dialog-21.ru/digests/dialog2012/materials/pdf/Kanevsky.pdf> (дата обращения: 05.04.2017).

5. Лобанов Б.М., Цирульник Л.И. Компьютерный синтез и клонирование речи. – Минск: Белорусская наука, 2008. – 316 с.

6. Попова М.В. Разработка и реализация метода автоматического определения логического ударения в предложениях на русском языке [Электронный ресурс]. – URL: <http://seminar.at.ispras.ru/wp-content/uploads/2012/07/Thesis.pdf> (дата обращения: 05.04.2017).

Сведения об авторах

Чемерилов Владимир Викторович – аспирант Национального исследовательского Томского политехнического университета, Института кибернетики, гр. А5-36, г. Томск, email: vchemerilov@gmail.com.

Фадеев Александр Сергеевич – кандидат технических наук, доцент кафедры АИКС Национального исследовательского Томского политехнического университета, Института кибернетики, г. Томск, e-mail: fas@tpu.ru.

Г.И. Мадатова, И.С. Полевщиков

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПЛАНИРОВАНИЯ И МОНИТОРИНГА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ ВУЗА

В статье рассмотрены особенности структуры и процесса функционирования разрабатываемой автоматизированной системы планирования и мониторинга деятельности преподавателя вуза.

Ключевые слова: автоматизированная система, планирование и мониторинг деятельности преподавателя.

G.I. Madatova, I.S. Polevshchikov

AUTOMATED SYSTEM FOR PLANNING AND MONITORING THE ACTIVITIES OF A UNIVERSITY TEACHER

In this article presents some aspects of automated information system intended for a university teacher's work planning and monitoring process.

Keywords: automated system, planning and monitoring the activities of the teacher.

В современном вузе преподаватель выполняет большое количество работ по различным видам деятельности: учебная работа, учебно-методическая работа, научно-исследовательская работа, организация НИРС и т.д. Планирование этих работ осуществляется посредством заполнения и утверждения индивидуального плана на учебный год [1].

Однако в ПНИПУ процесс планирования работ преподавателя организован недостаточно эффективно и обладает рядом существенных минусов. Главным образом это связано с заполнением плана в бумажном виде и отсутствием соответствующей автоматизированной системы.

Ввиду отсутствия средств автоматизации в недостаточной степени контролируются нормативы планируемых часов разного уровня: по всем работам в сумме; по отдельным видам работ (учебно-методическая, научная и т.д.); по конкретным работам (например, написание статьи или методического пособия). Некоторые этапы заполнения плана, например подсчет различных итоговых значений, часов, становятся рутинной работой.

Выполнение плана не контролируется в достаточной степени заведующим кафедрой, не производится оценка выполненных работ, формирование соответствующих управлений (например, рекомендаций). Затруднено составление аналитических отчетов о планировании работ на кафедре и их выполнении за некоторый период времени.

С целью повышения эффективности данного процесса некоторыми вузами и коммерческими организациями создаются соответствующие автоматизированные системы [2–3]. Однако они не позволяют устранить все перечисленные выше недостатки, не являются свободно распространяемыми и не в полной мере учитывают специфику деятельности ПНИПУ.

Исходя из описанного выше, разработка автоматизированной системы планирования и мониторинга деятельности преподавателя вуза с последующим развитием до системы управления этой деятельностью (на примере ПНИПУ) является актуальной задачей. Построена схема (рис. 1), соответствующая математической модели системы планирования и мониторинга.

Для каждого блока оценки уровня выполнения работ, соответствующего определенному виду работ (рис. 1), на вход поступает множество данных о запланированных работах $M_{\text{план}}$ и данных о выполненных работах $M_{\text{вып}}$. На выходе блока формируется множество оценки уровня выполнения работ $M_{\text{оцен}}$ согласно зависимости:

$$M_{\text{оцен}} = f_{\text{оцен}}(M_{\text{план}}, M_{\text{вып}}).$$

Для блока комплексной оценки деятельности преподавателя на вход поступает также множество оценок уровня выполнения работ различных видов. На выходе формируется множество комплексных оценок деятельности $M_{\text{оцен}}^{\text{комп}}$ согласно зависимости:

$$M_{\text{оцен}}^{\text{комп}} = f_{\text{оцен}}^{\text{комп}}(M_{\text{оцен}}^{\text{УР}}, M_{\text{оцен}}^{\text{УМР}}, M_{\text{оцен}}^{\text{ОМР}}, \dots, M_{\text{оцен}}^{\text{ДВР}}).$$

На рис. 2 и 3 приведены диаграммы вариантов использования UML [4], отображающие основные функциональные требования к автоматизированной системе планирования и мониторинга деятельности преподавателя.

После внедрения информационной системы у каждого пользователя появится личный кабинет, где он сможет осуществлять все

действия по формированию, согласованию и контролю выполнения плана. Помимо преподавателя и заведующего кафедрой в системе предусмотрены личные кабинеты для декана, секретаря кафедры и других сотрудников вуза. Заведующий кафедрой сможет проводить анализ выполнения индивидуальных планов на кафедре.

Информационная система будет осуществлять автоматическую проверку соответствия часов нормативам, подсчет различных итоговых значений часов. Предусмотрена возможность частичного автоматического распределения часов в индивидуальном плане. Преподаватель будет вносить в индивидуальный план отметки о выполнении работ с загрузкой подтверждающих документов.

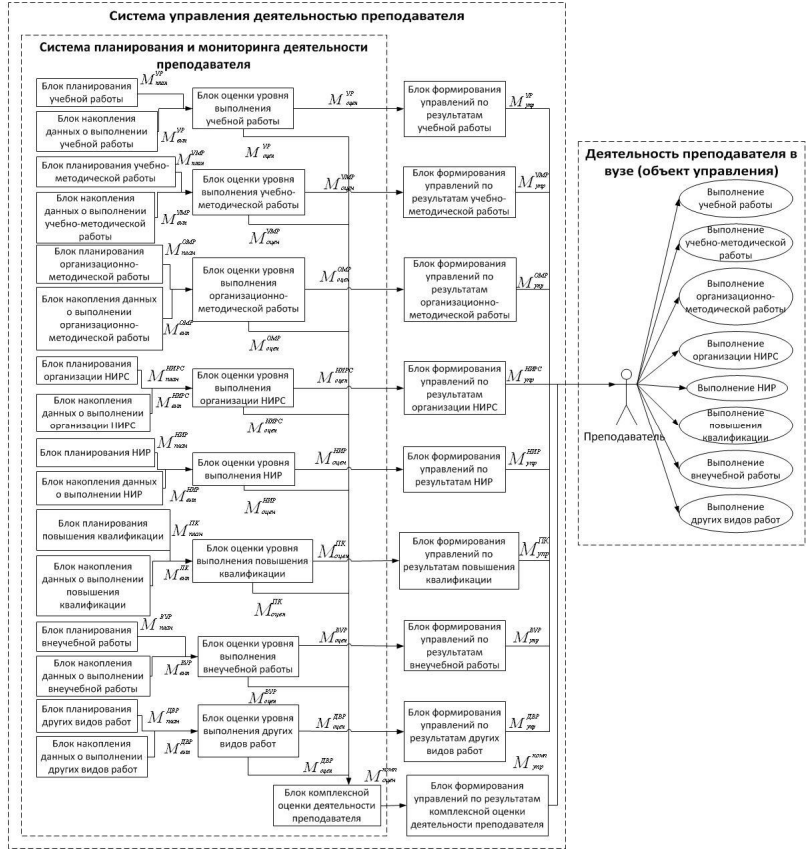


Рис. 1. Математическая модель системы планирования и мониторинга



Рис. 2. Личный кабинет преподавателя

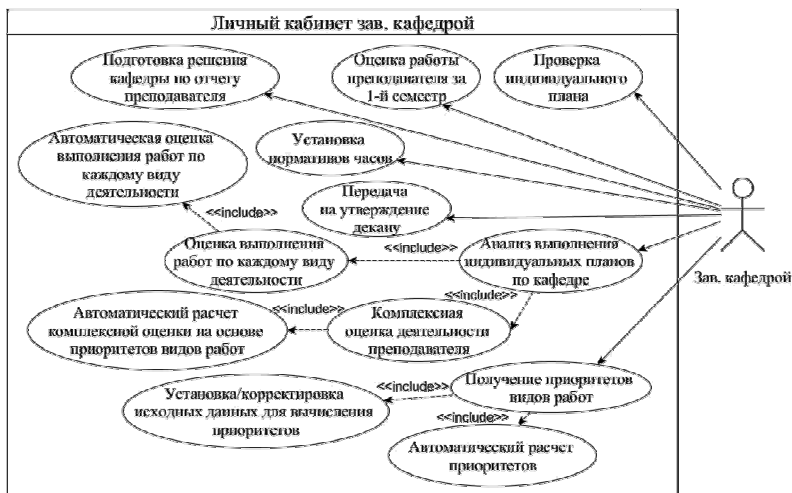


Рис. 3. Личный кабинет заведующего кафедрой

Система производит автоматическую проверку соответствия часов нормативам по каждой конкретной работе, по каждому виду работ и по всем видам работ в целом. Только после соответствия итогового количества часов по всем видам работ в целом нормативам индивидуальный план переходит на согласование заведующему кафедрой. Например, если преподаватель ввел значение по работе «Написание научной статьи» до 50 часов, то данное количество часов соответствует нормативу. Если ввел больше 50 часов, то данное количество часов больше норматива, следовательно, выводится сообщение о том, что количество часов по данной работе отличается от нормы с указанием на сколько часов.

Предлагается методика вычисления приоритетов видов работ на основе метода анализа иерархий [5], позволяющая повысить эффективность процессов планирования и оценки деятельности преподавателя вуза. Приоритеты могут быть рассчитаны как для каждого отдельного преподавателя, так и для некоторой группы преподавателей (например, в зависимости от должности).

На рис. 4 изображена архитектура разрабатываемой системы.

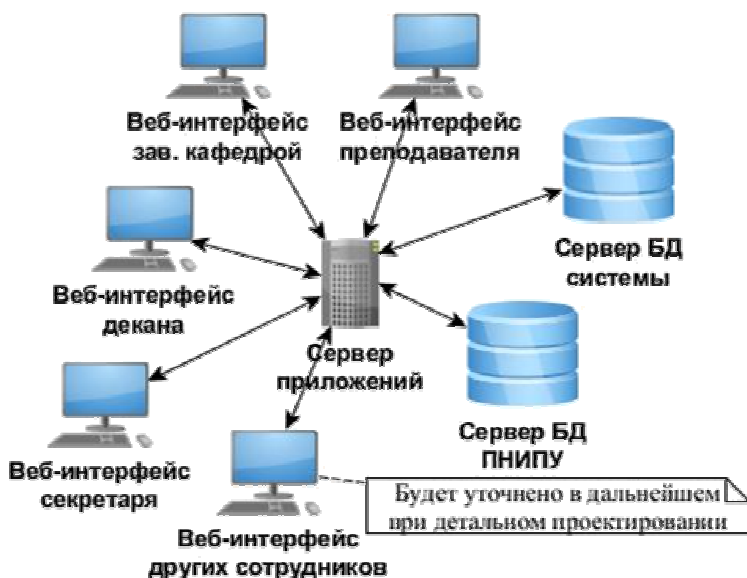


Рис. 4. Архитектура системы планирования и мониторинга

Для каждого пользователя в системе предусмотрен удобный веб-интерфейс, с помощью которого он вносит и получает необходимую информацию. Сервер приложений предназначен для записи информации в базу данных, получения информации из базы данных, обработки информации и предоставления ее пользователю. Сервер БД системы позволяет хранить в структурированном виде всю необходимую информацию, предназначенную для планирования и мониторинга деятельности. Часть данных может поступать из БД ПНИПУ (например, учебные планы дисциплин, информация о преподавателях вуза и т.д.).

В ближайшей перспективе планируются реализация данной информационной системы с применением современных технологий программирования, рассмотрение вопросов интеграции системы с другими системами автоматизации учебного процесса в вузе.

Библиографический список

1. Мадатова Г.И., Полевщиков И.С. Автоматизация процесса формирования и согласования индивидуального плана работы преподавателя вуза // Молодежная наука в развитии регионов: материалы Всерос. (с междунар. участием) науч.-практ. конф. студентов и молодых ученых (Березники, 26 апреля 2017). – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2017. – Т. 1. – С. 83–87.

2. Формирование показателей критериев для автоматизированного расчета и мониторинга рейтинга преподавателя в едином информационном пространстве кафедры / Г.Г. Куликов, К.А. Конев, В.А. Суворова, Г.В. Старцев // Вестник УГАТУ. – 2010. – Т. 14. – № 4(39). – С. 175–184.

3. Гаврилец Е.З., Медведева О.А. Автоматизированная система формирования учебных планов и распределения учебной нагрузки преподавателей кафедры вуза // Современные наукоемкие технологии. – 2007. – № 2. – С. 40–41.

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

5. Файзрахманов Р.А., Полевщиков И.С., Модышева А.С. Особенности комплексной автоматической оценки качества выполнения упражнений на компьютерном тренажере оператора производственно-технологической системы [Электронный ресурс] // Инженерный вестник Дона. – 2014. – № 4. – URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2014/2707 (дата обращения: 20.04.2017).

Сведения об авторах

Мадатова Гульназ Ирековна – магистрант Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. АСУ3-15-1м, г. Пермь, e-mail: gule4ka007@mail.ru.

Полевщиков Иван Сергеевич – ассистент кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: i.s.polevshchikov@gmail.com.

Р.А. Нагаев, И.С. Полевщиков

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ СОЗДАНИЯ И СОГЛАСОВАНИЯ РАБОЧИХ ПРОГРАММ ДИСЦИПЛИН

В статье рассмотрены ключевые особенности разрабатываемой автоматизированной системы создания и согласования рабочих программ дисциплин в ПНИПУ.

Ключевые слова: автоматизированная система, рабочая программа дисциплины, веб-приложение, язык UML.

R.A. Nagaev, I.S. Polevshchikov

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED SYSTEM FOR CREATING AND COORDINATING WORKING PROGRAMS OF DISCIPLINES

In the article the key features of the developed automated system for creating and coordinating the work programs of disciplines in the PNRPU are considered.

Keywords: automated system, work program of the discipline, web-application, UML.

В условиях динамично изменяющейся обстановки на рынке труда, а также постоянно обновляющихся технологий производства высшие учебные заведения обязаны постоянно обновлять учебные планы и рабочие программы преподаваемых дисциплин.

В ПНИПУ рабочие программы дисциплин (РПД) на данный момент разрабатываются с помощью офисных пакетов, таких как Microsoft Office. Поэтому поддержка версионности РПД становится очень трудоемкой задачей, а данные РПД хранятся в формате, не предназначенном для манипуляций над ними. Кроме того, несоответствие версий офисного пакета у различных участников процесса создания РПД может повлечь повреждение файла РПД.

Процесс согласования РПД в ПНИПУ состоит из множества этапов [1]. На каждом этапе РПД может быть одобрена или возвращена на доработку. РПД считается окончательно утвержденной после того, как пройдены все этапы согласования. Основным недостатком этого процесса является то, что согласование занимает достаточно много

времени, поскольку передача РПД между этапами осуществляется с использованием ее бумажной версии [1].

В ряде организаций ведется разработка информационных систем создания и согласования РПД: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники [2]; ООО «Информационно-медицинский центр» [3]; Южно-Уральский государственный университет (Национальный исследовательский университет) [4]; Лаборатория ММИС [5] и т.д.

Сравнение существующих решений представлено в таблице. Символом «+» отмечены функции, сведения о наличии которых присутствуют в свободном доступе. Символом «-» помечены неподдерживаемые функции и функции, данных о которых нет в открытом доступе.

Сравнение возможностей программных продуктов

Наименование	ТУСУР	ООО «ИМЦ»	ЮУрГУ	ММИС
Создание РПД	+	+	+	+
Согласование РПД	+	+	+	-
Версионность РПД	+	+	+	+
Версионность формата РПД	—	—	—	—
Версионность процесса согласования	—	—	—	—

По результатам исследования сделан вывод о том, что ни одна из существующих систем не предоставляет возможность настройки маршрута РПД с сохранением нескольких его версий. Возможность редактирования формата файла РПД с добавлением или удалением его разделов также не является задекларированной функцией ни одного из программных продуктов.

Для устранения описанных выше проблем принято решение разработать автоматизированную систему создания и согласования РПД, позволяющую устранить недостатки существующего процесса. Так как формат РПД и процесс согласования РПД подвержены изменениям, требуется учитывать это при проектировании и реализации информационной системы.

Составлена диаграмма вариантов использования UML [6], описывающая основные функциональные возможности создаваемой системы (рис. 1).

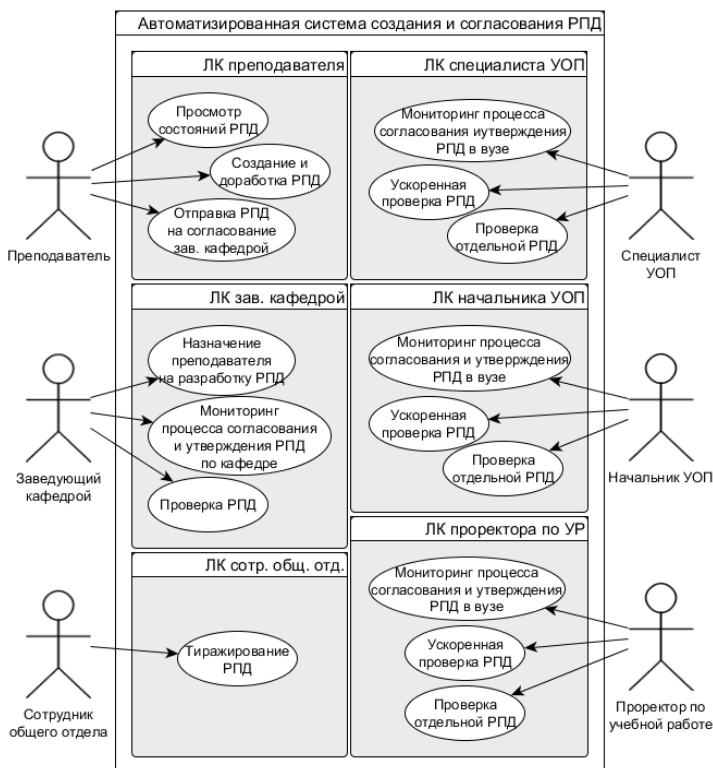


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования

Преподаватель имеет доступ к таким основным функциям, как создание (доработка) РПД, отправка РПД на согласование и просмотр состояния РПД. При этом функция создания новой или доработки незавершенной РПД включает в себя множество вложенных функций, совокупность которых описывает общую структуру файла РПД и процесса разработки РПД.

После того как РПД была разработана, она отправляется на согласование. Взаимодействие с системой при согласовании РПД осуществляется через личные кабинеты (ЛК) пользователей. Для каждого пользователя выделен определенный функционал, соответствующий его роли в процессе согласования РПД. Маршрут согласования РПД, заданный по умолчанию, представлен на рис. 2 в виде диаграммы схем состояний UML.

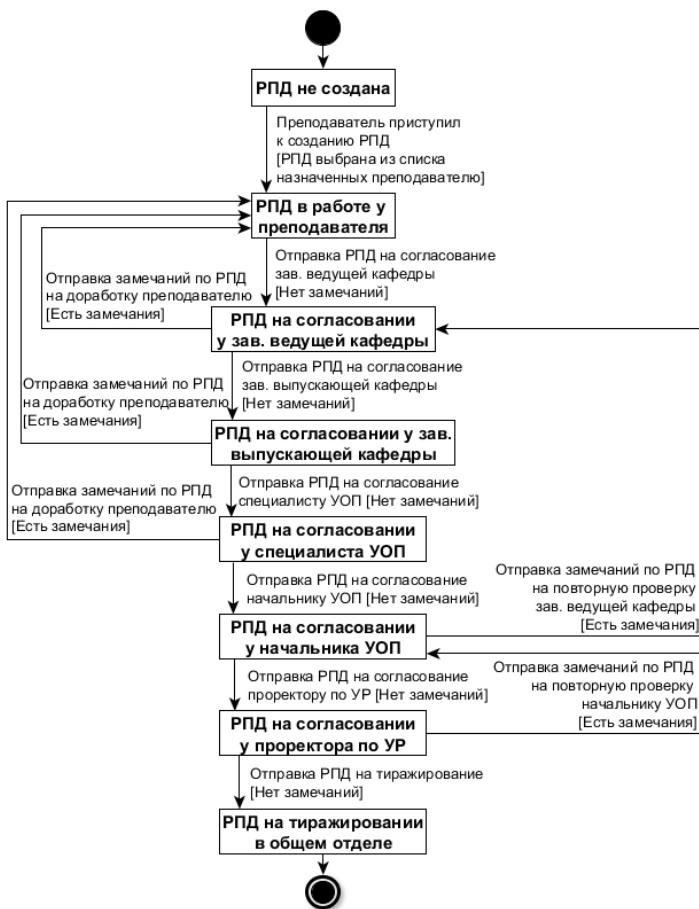


Рис. 2. Диаграмма состояний UML процесса согласования РПД

Система разрабатывается в виде одностраничного веб-приложения. Доступ к системе осуществляется через веб-интерфейс, который представляет собой компьютер, оснащенный веб-браузером. Средой выполнения серверной части приложения является сервер приложений, который, в свою очередь, обменивается данными с сервером базы данных.

На рис. 3 представлен скриншот экранной формы, визуализирующей маршрут движения РПД в процессе согласования. Форма позволяет просматривать текущее состояние РПД.

Готовность РПД			
Проверка заведующим кафедрой	Проверка специалистом УОП	Проверка начальником УОП	Проверка специалистом общего отдела
1	2	3	
Проверка заведующим кафедрой Дата начала: 2016-12-01 Дата окончания: 2016-12-01 Проверяющий: admin Состояние: 1 Дополнительная информация: доп информация Информация об авторах ПНИТУ 2016г			

Рис. 3. Скриншот экранной формы «Маршрут РПД»

На рис. 4 представлен скриншот экранной формы, с помощью которой пользователь осуществляет выбор из доступных профилей подготовки. После того как преподаватель назначен на разработку РПД, в соответствующем разделе его личного кабинета появляются информация об этой РПД и компоненты, с помощью которых он может отправить РПД на согласование (рис. 5).

Готовность РПД по профилям подготовки студентов			
Направление подготовки	Профиль подготовки	Всего РПД	Утвержденных РПД
Информатика и вычислительная техника (бакалавриат)	Автоматизированные системы обработки информации и управления	4	100%
	Вычислительные машины, комплексы, системы и сети	0	0%
Программная инженерия (бакалавриат)	Разработка программно-информационных систем	2	50%

Рис. 4. Скриншот экранной формы «Выбор профиля подготовки»

Основы программирования

Дата поступления:
01.04.2017г.

Направление подготовки:
Информатика и вычислительная техника(бакалавриат)

Профиль подготовки:
Разработка программно-информационных систем

Дисциплина:
Основы программирования

Обзор... Файл не выбран.

✓ Отправить на согласование

Рис. 5. Скриншот формы личного кабинета для роли «Преподаватель»

На рис. 6 представлен раздел личного кабинета пользователя, соответствующий роли «Заведующий кафедрой». В данном разделе пользователь может просмотреть поступившие на проверку РПД, утвердить РПД или отправить ее на доработку.

Утвердить

Отклонить

☐	Наименование	Направление	Профиль	Дата поступления	Авторы РПД
☐	Сетевые технологии	ПИ	РИС	12.02.2017	Иванов И.И.
☐	Основы программирования	ИБТ	ВМКСиС	10.04.2017	Петров П.П.
☐	Методы оптимизации	ИБТ	АСУ	11.03.2017	Сидоров С.С.
☐	Моделирование бизнес-процессов	АТПП	АТПП	20.01.2017	Сидоров С.С.

Рис. 6. Скриншот формы личного кабинета для роли «Заведующий кафедрой»

По результатам проделанной работы исследованы процессы создания и согласования РПД в ПНИПУ, проведен обзор существующих решений и создан прототип системы создания и согласования РПД. Разрабатываемая система позволит упростить процессы создания и согласования РПД для всех участников, а также сделает их более прозрачными.

Библиографический список

1. Нагаев Р.А., Полевщиков И.С. Автоматизированная система создания и согласования рабочих программ дисциплин // Молодежная наука в развитии регионов: материалы всерос. (с междунар. участием) науч.-практ. конф. студентов и молодых ученых (Березники, 26 апреля 2017). – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2017. – Т. 1. – С. 133–136.

2. ТУСУР. Генератор рабочих программ [Электронный ресурс]. – URL: workprogram.tusur.ru/docs (дата обращения: 02.05.2017).

3. Инструкция по созданию документа «Рабочая программа дисциплины в системе ИМЦ»: Управление вузом [Электронный ресурс]. – URL: doc.ssau.ru/files/rpro.pdf (дата обращения: 02.05.2017).

4. Инструкция по работе с разделом «Учебно-методическая деятельность». Подраздел «Рабочие программы дисциплин» для преподавателя [Электронный ресурс]. – URL: univeris.susu.ru (дата обращения: 07.05.2017).

5. ММИС Лаборатория. Планы [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.mmis.ru/programs/plany> (дата обращения: 07.05.2017).

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

Сведения об авторах

Нагаев Роман Александрович – магистрант Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. РИС-16-1м, г. Пермь, e-mail: roman_nagaev_1993@mail.ru.

Полевщиков Иван Сергеевич – ассистент кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: i.s.polevshchikov@gmail.com.

Р.Р. Гайнанов

ТРЕХМЕРНОЕ ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ РОБОТА-МАНИПУЛЯТОРА В ПРОСТРАНСТВЕ С ПРЕПЯТСТВИЯМИ

В работе рассматривается метод имитационного моделирования, используемый при разработке манипуляционного робота и позволяющий проверить эффективность разработанной трехмерной модели при перемещении в пространстве с препятствиями. Разработка имитационной модели производилась в специализированной программной среде для моделирования роботов V-REP. Также в V-REP была разработана программа для решения задачи обратной кинематики и поиска допустимой конфигурации кинематической цепи.

Ключевые слова: манипуляционный робот, имитационное моделирование, планирование перемещения, симулятор роботов, V-REP.

R.R. Gainanov

THREE-DIMENSIONAL SIMULATION MODELING OF MOVING OF A ROBOTIC MANIPULATOR IN A SPACE WITH OBSTACLES

In the article, a simulation method is used in the development of a robotic manipulator is considered and it allows checking the efficiency of the developed three-dimensional model when moving in the space with obstacles. The development of the simulation model was made in a specialized software environment for modeling robots V-REP. Also in V-REP, a program to solve the problem of inverse kinematics and to find the allowable configuration of the kinematic circuit was developed.

Keywords: robotic manipulator, simulation modeling, motion planning, robotics simulator, V-REP.

Метод имитационного моделирования позволяет существенно сократить время проектирования за счет уменьшения числа итераций при поиске решения на этапе эскизного проектирования. Моделирование процессов, протекающих в робототехнических системах, позволяет получить эквивалент сигналов, действующих в роботах, учесть влияние различных факторов на робота и его звенья, оценить устойчивость, быстродействие, точность, оптимизировать отдельные блоки и всю систему в целом. Современные методы моделирования

робототехнических систем предполагают построение адекватной реальному роботу динамической и кинематической модели.

Динамическая модель робота позволяет оценить не только его конструктивные характеристики, но и быстродействие (время регулирования), характер динамических процессов (монотонный, апериодический, колебательный), оценить взаимовлияние звеньев при их совместном движении, выявить характер процессов изменения скорости и моментов.

Для исследования процессов в манипуляторе необходимо прежде всего составить кинематическую модель, связывающую перемещение звеньев с положением центра робота в абсолютном пространстве.

Использование специализированных программных сред для разработки имитационных моделей роботов, часто называемых симуляторами роботов, позволяет создать описанные выше модели в короткие сроки, а также визуализировать графическую модель робота в трехмерном пространстве.

Одной из таких систем является программный продукт V-REP компании Coppelia Robotics [1]. Программный комплекс является кроссплатформенным и бесплатным для использования в образовательных целях. Симулятор состоит из физического и графического движка. Основной задачей графического движка является визуализация (рендеринг) двухмерной или трехмерной компьютерной графики. Графический движок работает в режиме реального времени.

Физический движок позволяет создать виртуальное пространство, в которое можно добавить виртуальные статические и динамические объекты и указать законы взаимодействия тел и среды. Расчет взаимодействия тел выполняется самим движком. Вычисляя взаимодействие тел между собой и со средой, физический движок приближает физическую модель получаемой системы к реальной и передает уточненные геометрические данные графическому движку.

К достоинствам симуляторов относятся:

- низкая стоимость;
- модификация модели в любой момент времени;
- отдельное тестирование функциональных составляющих робота;
- одновременная симуляция нескольких типов роботов или группы роботов.

Среди их недостатков выделяют:

- невозможность точной имитации всех законов реального мира;
- требовательность к ресурсам ЭВМ.

Далее, используя возможности программы V-REP, будет разработана и продемонстрирована модель манипуляционного робота, используемого для рентгенографии, и произведена имитация его перемещений в пространстве с обходом препятствий.

Программа обеспечивает импорт файлов из многих САПР систем. Благодаря этому была загружена разработанная трехмерная модель шестизвенного манипулятора (рис. 1, а, б).

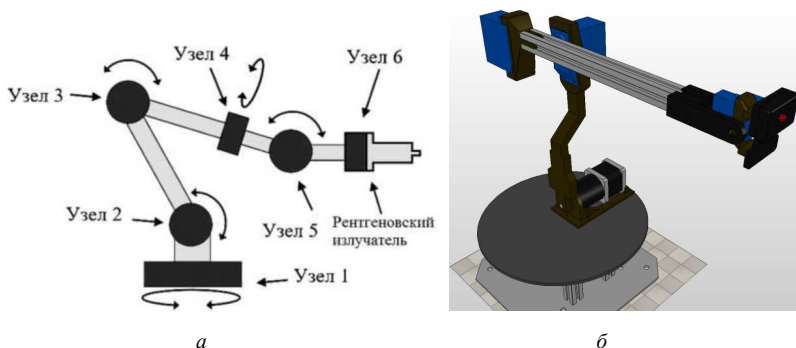
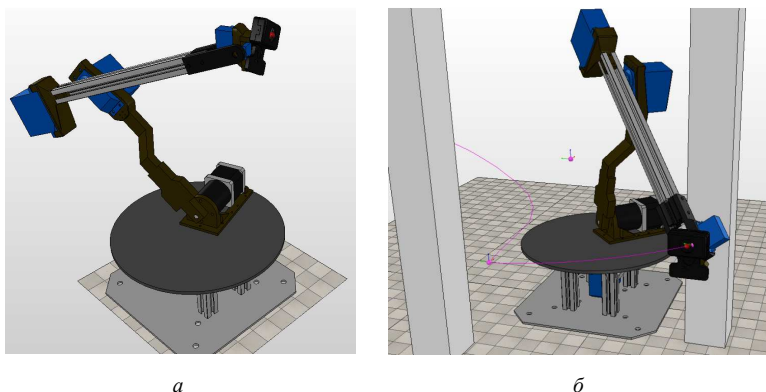


Рис. 1. Структурная схема (а) и трехмерная модель (б) манипулятора

Сгруппировав связанные элементы модели и дополнив их вращательными узлами с заданными ограничениями на углы поворота, была получена кинематическая модель робота, которая может использоваться в экспериментах при решении задач прямой и обратной кинематики. Например, при смещении целевой точки во время симуляции будут изменяться состояния соединительных узлов (joints) и вместе с тем будет меняться положение манипулятора, что позволяет автоматически решить задачу обратной кинематики (рис. 2, а). Состояние модели можно получить из положения всех узлов в конкретный момент времени (рис. 3).

Следующей решаемой задачей в данной программе было построение траектории для перемещения манипулятора в пространстве и исключения столкновений с окружающими объектами (рис. 2, б). Для этого была написана программа для поиска пути, в основе которой используются известные алгоритмы RRT [2] в реализации OMPL [3]. В результате при запуске симуляции модель манипулятора в автоматическом режиме осуществляет перемещение до целевой точки, не задевая при этом другие объекты сцены.



a

б

Рис. 2. Перемещение манипулятора в заданную точку (*a*) и с обходом препятствий (*б*)

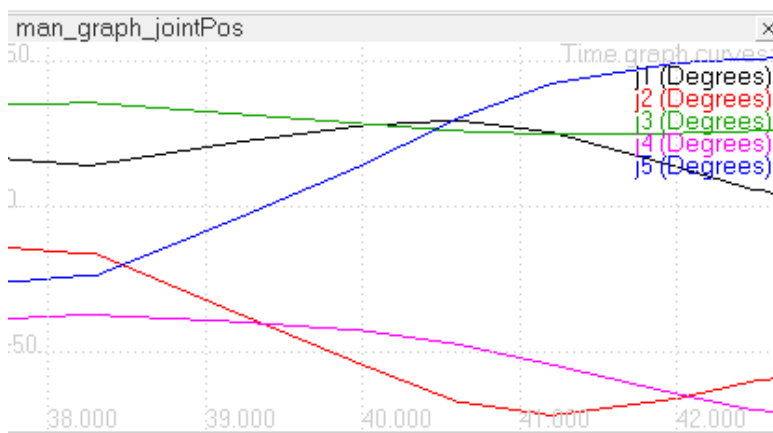


Рис. 3. График состояний соединительных узлов модели

Полученную модель можно дополнить для управления реальным объектом, вызывая функции Remote API [4] из основной программы на C/C++, Python, Java, MatLab и некоторых других языках или используя V-REP в качестве библиотеки для фреймворка ROS [5].

Библиографический список

1. V-REP simulator [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.coppeliarobotics.com> (дата обращения: 10.05.2017).

2. LaValle S.M. Planning Algorithms. Cambridge University Press, 2006. – 844 p.

3. The Open Motion Planning Library [Электронный ресурс] // The Kavraki Lab. Rice University. Department of Computer Science. – URL: <http://ompl.kavrakilab.org> (дата обращения: 10.05.2017).

4. Remote API Functions [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.coppeliarobotics.com/helpFiles/en/remoteApiOverview.htm> (дата обращения: 10.05.2017).

5. The Robot Operating System (ROS) [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.ros.org> (дата обращения: 10.05.2017).

Сведения об авторе

Гайнанов Руслан Рамилевич – магистрант Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. АСУ1-15-1м, г. Пермь, e-mail: ruslan.r.gainanov@gmail.com.

А.В. Чувак

АНАЛИЗ АКТИВНОСТИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ БЕСПРОВОДНОЙ ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ ПЕТРОЗАВОДСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

В статье описываются эксперимент по изучению активности пользователей в сети Петрозаводского университета и анализ результатов этого эксперимента: часы наибольшей и наименьшей активности, влияние на активность расписания занятий и т.п. Полученные сведения использованы для решения задачи определения допустимого ограничения скорости доступа в Интернет для пользователей сети.

Ключевые слова: беспроводная сеть, активность пользователей сети, анализ производительности сети, регулирование скорости сети.

A.V. Chuvak

ANALYSIS OF USER ACTIVITY IN WIRELESS LOCAL AREA NETWORK OF PETROZAVODSK STATE UNIVERSITY

This article describes an experiment to study the activity of users in the network of Petrozavodsk University and provides an analysis of the results of this experiment: the hours of the greatest and the least activity, the schedule effect on the activity, etc. The obtained information was used to solve the problem of determining the acceptable speed restriction of Internet access for users of the network.

Keywords: wireless network, network user activity, network performance analysis, speed restriction.

Беспроводные локальные сети, в частности Wi-Fi, – наиболее распространенная технология доступа к информации в условиях, требующих мобильность, простоту установки и использования. Благодаря этому доступ к беспроводным сетям (БС) может предоставляться широкому кругу лиц, использующих мобильные устройства. Для таких пользователей характерны кратковременное подключение к сетям, частое изменение местоположения, активность в определенные временные периоды.

Анализ данных о поведении пользователей может дать необходимую информацию для работы организации, предоставляющей беспроводное соединение. Например, аналитика БС в торговых центрах

помогает оценить привлекательность витрин, эффективность рекламных кампаний [1]. Аналитика БС в образовательных учреждениях позволяет отслеживать тенденцию посещения студентами учебного заведения [2].

Петрозаводский государственный университет (ПетрГУ) предоставляет беспроводное соединение на базе Wi-Fi широкому кругу лиц: студентам, сотрудникам и гостям вуза. БС университета разбита на несколько логических сетей с различным режимом доступа: PSU-STUD для студентов, PSU-STAFF для сотрудников и IT-GUEST для гостей. Ежедневно сетью пользуются сотни человек, из-за чего применяется политика ограничения максимальной пропускной способности сети для каждого пользователя, что часто затрудняет получение необходимых в учебном процессе данных.

Целью данной работы является проведение сбора данных об активности пользователей БС ПетрГУ и применение полученных знаний для расчета допустимых ограничений скорости.

Доступ к БС в тринадцати учебных корпусах ПетрГУ осуществляется с использованием более чем ста точек доступа Cisco Aironet 1602, 1040, 1240, каждая из которых позволяет подключиться ко всем логическим БС. Пользователю, подключившемуся к любой из точек доступа, выделяется IP-адрес из единой для всей логической БС IP-подсети. Максимальное количество пользователей каждой сети составляет 1022.

Доступ к служебной информации о работе сети ограничен по соображениям безопасности. Без нее определить количество активных пользователей возможно с помощью протокола ARP (Address Resolution Protocol – протокол определения адреса). Путем опроса всех возможных IP-адресов подсети с помощью ARP-запросов можно определить, что адрес назначен активному устройству (такое устройство вернет ARP-ответ), а также узнать MAC-адрес устройства для его идентификации. Данный способ возможно использовать при условии подключения к исследуемой IP-подсети.

Для сбора данных из сетей было разработано приложение на языке Python, которое использует утилиту Nmap для сканирования сети с помощью ARP-запросов, а также автоматизирует переключение компьютера между БС для одновременного мониторинга нескольких сетей с одного компьютера. Данные о сканировании – дата и время, количество активных пользователей, список обнаруженных

MAC-адресов – сохраняются в отдельные JSON-файлы. Приложение состоит из 3 модулей общим объемом 252 строки кода.

Эксперимент по сбору данных об активности пользователей проводился с 6 февраля по 26 марта 2017 г. включительно. В качестве сканирующей машины использовался одноплатный компьютер Orange Pi Lite с ОС на базе Linux, который был установлен в главном корпусе ПетрГУ для круглосуточного сбора данных. Всего в каждой из сетей было проведено около 8900 замеров, средний интервал между которыми составил 7,86 минут.

Полученные данные показали, что по будним дням активность сохраняет схожий вид для всех сетей. Рост активности начинается в 7:50 утра и достигает своего пика с 10 до 13 часов. В обеденный перерыв (13:00–13:30) наблюдается 30%-ный спад активности, после – возвращение к уровню до обеда. Далее следует плавный спад с 16:00 до 19:00. На рис. 1 представлен график зависимости количества активных пользователей от времени в типичный будний день 7 февраля 2017.

Максимальное количество активных пользователей обычно по будням составляет 450–650 пользователей в сети PSU-STUD, 100–120 в PSU-STAFF, 160–230 в IT-GUEST. Максимальное количество пользователей составило 926 по сумме трех сетей 22 марта в 14:05. Показатели активности почти не разнятся между соседними будними днями, а также между первой и второй сменой.

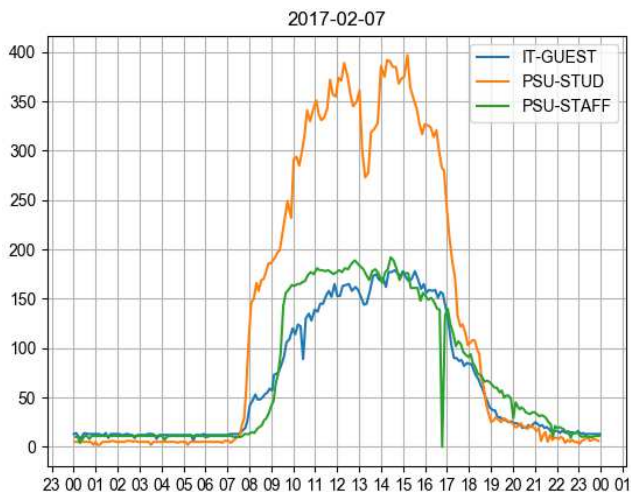


Рис. 1. График активности 7 февраля

Знание MAC-адресов устройств позволило исследовать активность отдельных пользователей. Всего в сети PSU-STUD побывали 5435 устройств, в PSU-STAFF и IT-GUEST – 888 и 2182. Некоторые пользователи проявили активность в нескольких сетях. 116 человек использовали пару сетей PSU-STUD/PSU-STAFF, 713 человек – PSU-STUD/IT-GUEST, 152 человека – PSU-STAFF/IT-GUEST. 31 пользователь проявил активность во всех трех сетях.

На рис. 2 приведен график количества последовательных возвратов пользователей для сети PSU-STUD, показывающий процент от пользователей предыдущего дня, которые были активны и в предыдущий, и в текущий день. Для всех сетей динамика возвратов схожая и колеблется в пределах 10–15 %.

Полученные данные говорят о регулярности посещения пользователями университета и равномерности учебного процесса между будними днями.

Скорость доступа пользователей к сети ПетрГУ ограничивается, так как пропускная способность внешнего канала для сети университета ограничена 100 Мб/с, и недопустимо, чтобы полная полоса пропускания занималась одним или несколькими пользователями, затрудняя доступ других пользователей сети. Ограничение скорости осуществляется с помощью сервера FreeBSD и межсетевого экрана ipfw. Для всех узлов сети установлено фиксированное ограничение в 1 Мб/с. При этом реальная замеренная скорость составляет 400–500 Кб/с в часы максимальной нагрузки и 500–700 Кб/с в часы средней нагрузки (9 и 17 часов).

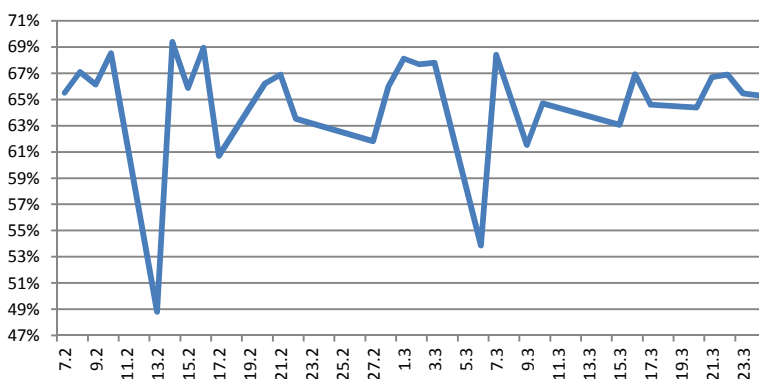


Рис. 2. Последовательные возвраты для PSU-STUD

Очевидно, что не все пользователи в сети в каждый момент времени потребляют всю максимальную доступную им пропускную способность. Исследования [3, 4, 5] показали, что пользователей БС можно разделить на три группы по уровню потребления трафика: 17 % потребляют около 1–5 Мб трафика в рамках сессии (в среднем, 5,5 Кб/с); 73 % потребляют среднее количество трафика со средней скоростью не более 100 Кб/с; 10 % потребляют максимум возможно-го трафика.

Вычислим ширину канала U в Кб/с, которая потребляется совместно пользователями 1-й и 2-й групп при общем количестве N :

$$U_{1,2} = N \cdot 0,17 \cdot 5,5 + N \cdot 0,73 \cdot 100. \quad (1)$$

Обозначим максимальную доступную ширину внешнего канала как W и рассчитаем ширину канала, занимаемую пользователями третьей группы:

$$U_3 = W - U_{1,2}. \quad (2)$$

При указанном разбиении потребляемая пропускная способность у пользователей 3-й группы не может быть ниже, чем у пользователей 2-й группы, вычислим максимальное количество пользователей, при которых формулы (1) и (2) будут иметь смысл:

$$W = N \cdot 0,17 \cdot 5,5 + N \cdot 0,73 \cdot 100 + N \cdot 0,1 \cdot 100. \quad (3)$$

Выразив количество пользователей, получим:

$$N_{\max} = \frac{W}{0,17 \cdot 5,5 + 0,73 \cdot 100}. \quad (4)$$

Приняв в нашем случае W за 100 Мб/с, получим $N_{\max} = 1191$. При превышении $N_{\max}$ 2-я и 3-я группы будут объединены. До этого фактически ограничивается скорость только для 3-й группы. Ограничение скорости S складывается из остатка ширины канала после учета $U_{1,2}$:

$$S = \frac{U_3}{N \cdot 0,1} = \frac{W - U_{1,2}}{N \cdot 0,1} = \frac{W - (N \cdot 0,17 \cdot 5,5 + N \cdot 0,73 \cdot 100)}{N \cdot 0,1}. \quad (5)$$

Учитывая изменение количества пользователей во времени и после упрощения, формула примет следующий вид:

$$S(t) = \frac{W}{N(t) \cdot 0,1} - 739,35. \quad (6)$$

В сети ПетрГУ $N(t) = N_1(t) + N_2(t) + N_3(t)$, т.е. сумма пользователей всех сетей. Формула (6) позволяет рассчитать допустимое ограничение скорости в Кб/с в БС в зависимости от времени с учетом количества пользователей и их типичного поведения. Следуя расчетам по формуле, в сети ПетрГУ можно установить ограничение 17,89 Мб/с для среднего количества 53,67 пользователей в 7:30 по будням, 1,46 Мб/с для 454,68 пользователей в 17:00, что значительно превышает экспериментальные показатели.

Стоит отметить, что правильные размеры пользовательских групп и потребляемый ими трафик являются индивидуальными для каждой сети и их вычисление является темой отдельного исследования.

Изучение активности пользователей БС может позволить добиться более эффективного управления организацией, предоставляющей доступ в сеть. Проведенный эксперимент по исследованию активности в сетях Петрозаводского университета позволил выявить четкие закономерности в поведении пользователей. На основе полученных данных был предложен способ расчета допустимого ограничения скорости пользователей. Разработанное приложение, а также соответствующая настройка сервера ПетрГУ, ограничивающего скорость, позволят корректировать ограничение в соответствии с текущей загруженностью сети.

Библиографический список

1. Иванов Д.А., Суровцова Т.Г., Тяхти Е.А. Анализ активности в беспроводных сетях как инновационный метод изучения поведения покупателей в торговых центрах // Научно-технические ведомости Санкт-Петербург. гос. политехн. ун-та. – 2013. – № 183-2. – С. 271–275.
2. Храбров Д.Е. Методика контроля посещаемости студентов и локального позиционирования на основании Wi-Fi сети // Информационные технологии и системы (ИТС 2015): материалы междунар. науч. конф. – Минск: Изд-во БГУИР, 2015. – С. 236–237.
3. Characterizing User Behavior and Network Performance in a Public Wireless LAN / A. Balachandran, G.M. Voelker, P. Bahl, P.V. Rangan // ACM SIGMETRICS Performance Evaluation Review. – ACM, 2002. – Vol. 30. – № 1. – P. 195–205.

4. Characterizing home device usage from wireless traffic time series / K. Mirylenka [et al.] // 19 th International Conference on Extending Database Technology (EDBT). – 2016.

5. Fukuda K., Nagami K. A measurement of mobile traffic offloading // International Conference on Passive and Active Network Measurement. – Springer Berlin Heidelberg, 2013. – С. 73–82.

Сведения об авторе

Чувак Алексей Владимирович – магистрант Петрозаводского государственного университета, Института математики и информационных технологий, гр. 22608, г. Петрозаводск, e-mail: chuvakaleksei@yahoo.com.

Е.Р. Леонов, Д.С. Курушин, Е.В. Долгова

О ВОЗМОЖНОМ ПОДХОДЕ К СОЗДАНИЮ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МОБИЛЬНЫМ РОБОТИЗИРОВАННЫМ КОМПЛЕКСОМ

В данной статье представлено сравнение методов реализации интеллектуальных систем управления. Сделан выбор метода с учетом применения на мобильном роботизированном комплексе. Представлены средства, с помощью которых реализован выбранный метод и описаны их достоинства.

Ключевые слова: робот, экспертная система, искусственный интеллект, метод, pyDatalog.

E.R. Leonov, D.S. Kurushin, E.V. Dolgova

A POSSIBLE APPROACH TO THE AUTONOMUS MOBILE ROBOT'S EXPERT SYSTEM

This article presents a comparison of methods for the implementation of intelligent control systems. The choice of method is made taking into account the application on a mobile robotized complex. The tools, with which the selected method is implemented and described, are demonstrated.

Keywords: robot, expert system, artificial intelligence, method, pyDatalog.

Работа производится в рамках проекта мобильного роботизированного комплекса (МРК). МРК разрабатывается в ПНИПУ на кафедре ИТАС. Его предназначение – передвижение по местности и подсветка объектов лазерным или другим источником света. Необходимо обеспечить его автономную работу. Для этого необходима интеллектуальная система управления [7].

Существуют различные методы реализации этих систем. Приведем их анализ и сделаем выбор. Анализ проводился авторами [4, 6]. На основании этих и других работ можем составить таблицу.

Сравнение методов реализации интеллектуальных систем

Название метода	Достоинства	Недостатки
Нейронные сети [1]	1. Возможность адаптации к различным средам. 2. Устойчивость к шумам. 3. Возможность прогнозирования	1. Не видна логика принятия решения. 2. Большое время обучения и необходима выборка примеров. 3. Существует возможность ложного реагирования. 4. Невозможно повторить результат. 5. Нейронная сеть требует настройки топологии и параметров сети. 6. Знания защиты внутри НС и неотделимы от МПП
Логическое программирование [2]	1. Отсутствие ложных тревог. 2. Использование огромного накопленного опыта специалистов-экспертов	1. Экспертная система требует постоянного обновления своей базы знаний. 2. Неумение выявлять новые неизвестные ситуации
Нечеткая логика [3]	1. Способна отреагировать в незнакомой ситуации. 2. Возможно объяснить решение по вызванным правилам	1. Необходимость составлять базу правил и выделять множества с привлечением эксперта. 2. Обновление базы правил из-за отсутствия самообучения. 3. Нечеткие системы не дают точных ответов даже без фаззификации
Ассоциативная память [4]	1. Самоорганизующаяся система. 2. Адаптируется к изменениям	1. Необходима обучающая выборка
Генетические алгоритмы [5]	1. Подходит для неформализованных задач 2. Высокий параллелизм	1. Приближенный метод. 2. Качество решения зависит от времени расчета
Название метода	Достоинства	Недостатки
Статистические методы [6]	1. Не требуют точных данных для составления выборки. 2. Обоснованность решений. 3. Простота в эксплуатации	1. Необходима длинная статистическая выборка. 2. Решение принимается не в зависимости от состояния объекта, а от истории выборки. 3. Не работают без шаблона типичного поведения

Название метода	Достоинства	Недостатки
Сигнатурные методы [6]	1. Высокая производительность. 2. Нарработан большой опыт в использовании таких систем. 3. Небольшое число ложных тревог. 4. Обоснованность решений	1. Затруднительно обновление базы данных сигнатур. 2. Не обнаруживаются новые сигнатуры. 3. Период обновления базы данных сигнатур должен быть невелик

Перечислим основные недостатки, которые недопустимы при выборе метода для системы управления МРК и системах, ему подобных [4, 6]:

1. Невозможность объяснения решения, так как трудно будет понять, как настраивать систему на работоспособность, кроме как экспериментальным методом. В противном случае придется создавать систему объяснения решений, которая может быть больше и сложнее, чем сама исследуемая система.

2. Неточность принимаемого решения, так как решение, необходимое для результата, может содержаться в нерассмотренной области.

3. Необходимость обучающей выборки. Она может быть мала, и на ее подготовку нужны ресурсы.

Нейронные сети имеют весомые достоинства, но их нельзя применить из-за 1-го и 2-го пунктов. Ассоциативной памяти и статистическим алгоритмам тоже нужна выборка. Генетические алгоритмы не могут объяснить решение и являются приближенным методом. Сигнатурные методы нуждаются в постоянном обновлении базы и не адаптивные.

В качестве основы остается выбрать логическое программирование. Оно дает обоснованность решений с выдачей применимых правил, принимает решение точно, так как основывается на опыте экспертов, не нуждается в большой обучающей выборке, так как правила будут емко содержать законы предметной области. Нечеткую логику можно расценить как надстройку над логическим программированием, потому что оно использует тип данных – нечеткое множество и соответствующие операции над ним, что может помочь в незнакомых ситуациях принять системе решение, когда обычные правила не дадут положительного ответа. Системы, написанные с помощью логического программирования и правил, составленных экспертами, называют экспертными системами (ЭС). В ЭС знания представляются в виде правил.

Достоинствами интеллектуальных систем являются их адаптивность и способность к самообучению. Такими свойствами обладают нейронные сети, генетические алгоритмы и ассоциативная память. Но в связи с описанными выше недостатками их нельзя использовать в качестве основы. Если основная экспертная система не сможет выдать определенное решение, то можно прибегнуть к генерации новых правил или выдаче приближенного решения с помощью одного из вышеупомянутых методов.

Возникает необходимость в разработке собственной ЭС. По одному из требований технического задания разработка должна вестись с помощью Python3 и pyDatalog. Используя ЛП, мы приобретаем ряд преимуществ по сравнению с языками высокого уровня при написании программ.

При попытке найти ответ на запрос pyDatalog будет автоматически искать правила или факты, которые могут вернуть результат на запрос, иначе – это пришлось бы делать вручную, прописывая алгоритм. Если решения не найдено, то будет дан ответ об отсутствии такого утверждения. Например, удобно писать рекурсивные функции, выход из которых и условия проваливания pyDatalog контролирует сам, не нагружая программиста. Обеспечивается более высокий уровень абстракции, и человеку проще переводить свои мысли в инструкции для машины и контролировать ход выполнения программы.

Приведем пример реализации одного из сценариев. Представим поле из 9 клеток. Робот находится в центральной. Ему необходимо тронуться. Тронуться он может вперед, назад или с отклонением по диагонали, т.е. вперед и влево или назад и влево. Сразу в левую или в правую клетку он двинуться не может. Пусть в передней левой клетке находится препятствие, из-за которого робот не может туда попасть.

Программа на подобном даталогу языке представлена на листинге 1.

```
from pyDatalog import pyDatalog
pyDatalog.create_terms('Start, X')
Start['Forfard_left'] = 'Препятствие'
Start['Forfard'] = 'Нет препятствия'
Start['Forfard_right'] = 'Нет препятствия'
Start['Back_right'] = 'Нет препятствия'
Start['Back'] = 'Нет препятствия'
Start['Back_left'] = 'Нет препятствия'
```

```
print (Start[X]=='Нет препятствия')
```

Листинг 1. Программа на pyDatalog.

Аналогичное решение задачи на императивном языке представлено на листинге 2.

```
d = {'Forfard_left': 'Препятствие', 'Forfard': 'Нет  
препятствия', \  
     'Forfard_right': 'Нет препятствия', 'Back_right':  
'Нет препятствия', \  
     'Back': 'Нет препятствия', 'Back_left': 'Нет  
препятствия'}  
for i in d:  
    if d[i]=='Нет препятствия':  
        print(i)
```

Листинг 2. Программа на Python3.

На выходе обеих программ будет список мест, куда может поехать робот, т.е. везде, кроме Forfard_left, так как там препятствие.

Таким образом, применение pyDatalog облегчает разработку и повышает читаемость программы, является удобным инструментом для написания интеллектуальных систем управления для автономного функционирования робота.

Библиографический список

1. Долгова Е.В., Курушин Д.С. Компьютерные нейросетевые технологии. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2008.
2. Черненко В.В., Пискорская С.Ю. Экспертные системы // Актуальные проблемы авиации и космонавтики – 2012. – № 8. – Т. 2.
3. Полковникова Н.А., Курейчик В.М. Разработка модели экспертной системы на основе нечёткой логики // Известия Южного федерального ун-та. Технические науки. – 2014. – № 1(150).
4. Интеллектуальные роботы: учеб. пособие для вузов / И.А. Каляев, В.М. Лохин, И.М. Макаров [и др.]; под общ. ред. Е.И. Юревича. – М.: Машиностроение, 2007. – 360 с.
5. Файловый архив для студентов [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.studfiles.ru/preview/6231969/page:6/> (дата обращения: 04.04.2017).
6. Алдошина А. Н. Экспертная система на основе нейросетевых технологий для мониторинга и диагностики корпоративной локальной сети // Молодой ученый. – 2016. – № 18. – С. 35–38.

7. Курушин Д.С., Долгова Е.В., Файзрахманов Р.А. Принципы организации работ с применением мобильного робота // Научное обозрение. – 2014. – № 7, ч. 1. – С. 219–221.

Сведения об авторах

Леонов Евгений Русланович – магистрант Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. РИС-16-1м, г. Пермь, e-mail: leonovevgenii2010@mail.ru.

Курушин Даниил Сергеевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: kurushin.daniel@yandex.ru.

Долгова Елена Владимировна – доктор экономических наук, профессор кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: elena@dolgova.info.

М.Д. Чистогов, О.Л. Викентьева

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА РАЗРАБОТКИ
И УТВЕРЖДЕНИЯ ЗАКАЗОВ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ
НА АО «АВИАДВИГАТЕЛЬ»**

В данной статье рассматривается автоматизация процесса разработки и утверждения заказов на проектирование технологической оснастки на АО «Авиадвигатель» при помощи доступных средств внедрённых на предприятии систем поддержки жизненного цикла изделий.

Ключевые слова: проектирование технологической оснастки, заказ на ПТО, TeamCenter, автоматизация бизнес-процесса, согласование заказов.

M.D. Chistogov, O.L.Vikenteva

**AUTOMATION OF DEVELOPMENT PROCESS
AND THE APPROVAL OF ORDERS FOR DESIGN
OF THE INDUSTRIAL EQUIPMENT ON JSC «AVIADVIGATEL»**

In this article automation of development process and the approval of orders for design of the industrial equipment on JSC Aviadvigatel by means of available means of the support systems of life cycle of products implemented at the enterprise is considered.

Keywords: design of the industrial equipment, order for design of the industrial equipment, TeamCenter, business process automation, coordination of orders.

В современном мире развитие информационных технологий оказывает значимое влияние на жизнь общества во всех сферах деятельности. Многие крупные предприятия, существовавшие ещё до массового внедрения автоматизированных систем, вынуждены осуществлять их внедрение для соответствия современным стандартам и технологиям. АО «Авиадвигатель» – крупное предприятие Пермского края, занимающееся проектированием авиационных двигателей, оказалось среди предприятий, которым стало необходимо внедрять информационные технологии для повышения эффективности работы и соответствия современным стандартам.

Для увеличения производительности на предприятии АО «Авиадвигатель» внедряется множество автоматизированных систем.

Однако, несмотря на обилие внедряемых систем, многие бизнес-процессы предприятия остаются неавтоматизированными в связи с их уникальностью и трудностью автоматизации. Одним из таких бизнес-процессов является процесс разработки и утверждения заказов на проектирование технологической оснастки (ПТО), который, с одной стороны, является частью системы документооборота предприятия, а с другой – является начальным этапом жизненного цикла изделия. Данный процесс представляет собой составление заказа на ПТО, которая, в свою очередь, должна изготавливаться на оборудовании, имеющемся на предприятии, и использоваться в дальнейшем для разрабатываемых авиационных двигателей.

Внедрение автоматизированного процесса разработки и утверждения заказов на ПТО позволит сократить время на утверждение заказов, а также снизит вероятность возникновения ошибок при разработке заказа сотрудником технологического отдела. При работе с электронной версией заказа большинство полей должны заполняться в автоматическом режиме, а заполняемые вручную поля должны храниться в системе с возможностью быстрого внесения изменений.

Для решения данной проблемы возможно применение разного программного обеспечения, подобная проблема уже решалась на предприятии «Газпром трансгаз Югорск» и описана в статье Д.Н. Токарева «Автоматизация процессов разработки, хранения, использования и передачи инженерно-технической документации в УКСиР ООО «Газпром трансгаз Югорск»». В статье описан метод автоматизации процессов разработки, хранения, использования и передачи инженерно-технической документации при помощи PLM-системы «ЛОЦМАН:PLM», однако использование данной системы невозможно в условиях АО «Авиадвигатель», так как на предприятии используются собственные объекты, свойства которых уникальны.

Для решения проблемы автоматизации процесса разработки и утверждения заказов на ПТО сформированы следующие задачи:

- исследование текущего процесса на предприятии;
- проектирование автоматизированного бизнес-процесса согласования заказа;
- подбор необходимых средств разработки;
- разработка программного обеспечения.

В связи с использованием множества различных объектов для составления заказа автоматизация процесса разработки и утверждения заказов на ПТО невозможна при помощи стандартных средств систем, внедренных на предприятии. Заказ составляется сотрудниками предприятия вручную, а также проходит длительный процесс согласования и утверждения, прежде чем начнется проектирование оснастки.

Проектирование заказа (рис. 1) осуществляет технолог, документ заказа должен содержать следующие объекты:

- деталь, для которой необходимо разработать оснастку;
- технологическую операцию, описывающую применение детали;
- двигатель или газотурбинную установку;
- типовую конструкцию оснастки;
- применяемое оборудование.

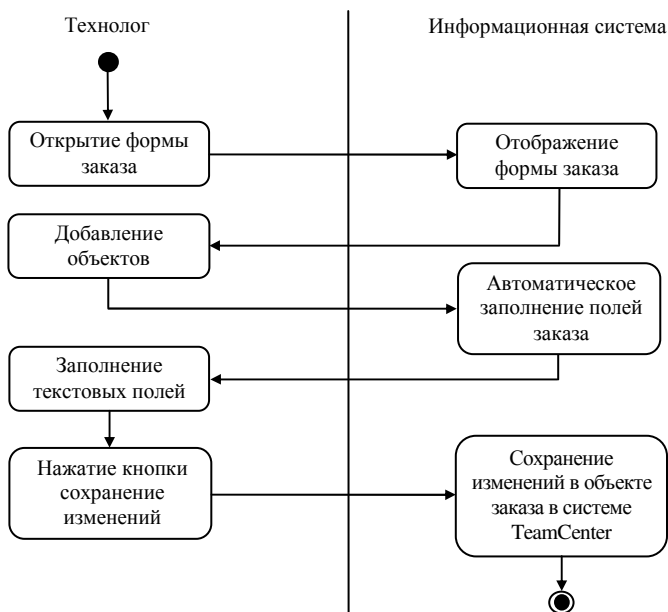


Рис. 1. Диаграмма активности прецедента «Разработка заказа»

Согласование заказа является основным автоматизируемым бизнес-процессом. В данном процессе участвуют:

- технолог;
- начальник технологического бюро;

- Схема бизнес-процесса согласования заказа на проектирование технологической оснастки представлена в виде нотации BPMN (рис. 2).

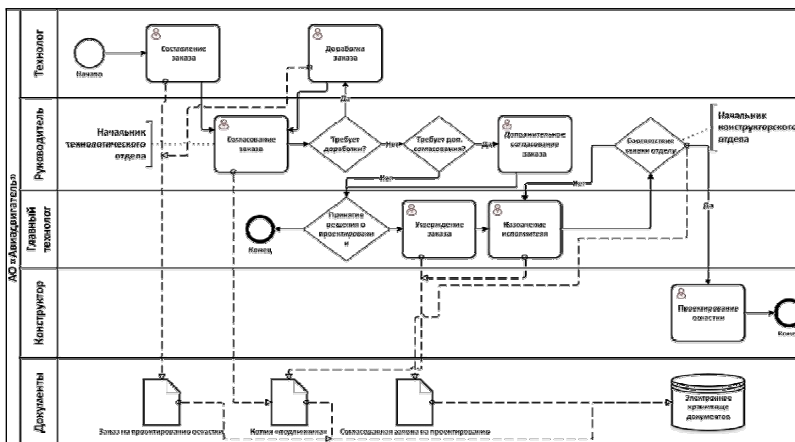


Рис. 2. BPMN диаграмма – схема бизнес-процесса «ТО-ВЕ»

Для решения задачи автоматизации бизнес-процесса разработки и утверждения заказов на ПТО возможно применение различных PLM-систем. Сравнительный анализ доступных систем приведен в таблице.

Сравнительный анализ PLM-систем

Функции	Lotsia PLM	ЛОЦМАН:PLM	TeamCenter	Windchill
Электронный архив доку- ментации	+	+	+	+
Описание бизнес- процессов предприятия	+	+	+	+
Управление составом изделия	+	+	+	+
Управление техническими требованиями	–	–	+	+

Функции	Lotsia PLM	ЛОЦМАН:PLM	TeamCenter	Windchill
Управление проектами	–	+	+	+
Управление нормативно-справочной информацией	–	+	+	+
Возможность интеграции с представленными на рынке RP/ERP-системами	–	+	+	+
Внедренная на предприятии система	–	–	+	–

В результате оценки подходящих PLM-систем была выбрана система TeamCenter. Система не уступает конкурентам в функциональных возможностях, а также является уже внедренной на предприятии, что существенно повлияло на выбор, так как внедрение сторонней системы должно предусматривать дополнительные средства интеграции объектов между используемыми системами, что сильно повлияет на стоимость её внедрения. TeamCenter имеет в себе множество встроенных функций, доступных для пользователя и разработчика, которые можно использовать в процессе разработки программного обеспечения для составления заказа на проектирование технологической оснастки. При использовании TeamCenter задача автоматизации бизнес-процесса разработки и утверждения заказов на ПТО сводится к разработке дополнительного программного модуля для уже внедренной на предприятии системы.

В системе TeamCenter присутствует множество бизнес-процессов, разработанных для разных типов согласования. После создания технологом заказа на ПТО в системе ТС для согласования заказа технолог должен выбрать необходимый бизнес-процесс согласования из доступных для его роли в системе. В процессе прохождения заказа по бизнес-процессу каждый его участник может либо согласовать заказ, либо отправить его на доработку с необходимыми комментариями.

Бизнес-процесс согласования предусматривает несколько субъектов для согласования заказа:

- технолог – делопроизводитель, заполняет форму заказа и отправляет объект заказа по необходимому бизнес-процессу;

- начальник технологического отдела – лицо, принимающее решение о необходимости дополнительного согласования заказа;
- главный технолог – принимает решение о необходимости проектирования оснастки, назначает отдел для дальнейшего проектирования оснастки;
- начальник конструкторского отдела – проверяет соответствие заказа отделу, назначает непосредственного исполнителя заказа;
- конструктор – исполнитель заказа.

Для создания бизнес-процесса согласования используются встроенные средства TeamCenter, позволяющие создавать модели бизнес-процессов при помощи графического интерфейса системы. Созданный в системе бизнес-процесс для согласования заказов на проектирование технологической оснастки имеет наглядное графическое представление (рис. 3).

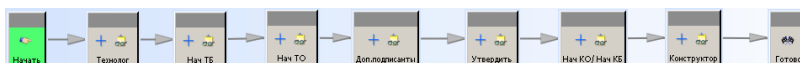


Рис. 3. Бизнес-процесс в системе TeamCenter

Разрабатываемое программное обеспечение представлено в виде дополнительной надстройки системы TeamCenter. Для вызова программного модуля пользователь может воспользоваться стандартным интерфейсом системы. Надстройка вызывается из меню системы TeamCenter. При вызове пользователем формы определяется тип работы с заказом. Если при вызове формы выделен объект заказа, то форма открывается в режиме редактирования объекта. Если при вызове формы выделен другой объект или не выделено ни одного объекта, то форма открывается в режиме создания нового объекта.

Разрабатываемый бизнес-процесс для согласования заказа предусматривает согласование документа всеми назначенными ЛПР, бизнес-процесс построен с учетом всех особенностей согласования заказов на ПТО.

После составления заказа на проектирование технологической оснастки технолог запускает бизнес-процесс согласования. Для запуска созданного в системе бизнес-процесса технолог выбирает его из списка доступных для его роли в системе.

В результате внедрения спроектированной подсистемы возможно решение поставленных задач производства, описанных в общем плане по внедрению автоматизированных систем, а также в годовом плане по автоматизации процессов на предприятии. Внедрение подсистемы позволит увеличить производительность предприятия и снизить затраты на производство.

Библиографический список

1. Тороп Д.Н., Терликов В.В. Teamcenter. Начало работы. – М.: ДМК-Пресс, 2011.
2. Батоврин В.К., Бахтурин Д.А. Управление жизненным циклом технических систем. – М.; СПб., 2012. – Вып. 1. – 59 с.

Сведения об авторах

Чистогов Максим Дмитриевич – студент Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. АСУ-13-1б, г. Пермь, e-mail: chistogovwork@gmail.com.

Викентьева Ольга Леонидовна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: oleovic@rambler.ru.

Е.А. Погадаев

ОБЗОР ТЕХНОЛОГИЙ И ОГРАНИЧЕНИЙ ДЛЯ ЗАДАЧИ АДАПТИВНОГО ПОСТРОЕНИЯ МАРШРУТА АВТОНОМНОГО ПОДВИЖНОГО ОБЪЕКТА

В данной статье рассматриваются технические средства, используемые для построения маршрута движения автономного объекта, и накладываемые ограничения на их использование. В результате производится выбор минимально-необходимого набора сенсоров для получения достаточной информации с целью построения маршрута движения объекта.

Ключевые слова: автономный подвижный объект, построение маршрута, навигация, камера, радар.

E.A. Pogadaev

AN OVERVIEW OF THE TECHNOLOGIES AND LIMITATIONS FOR THE PROBLEM OF ADAPTIVE ROUTE PLANNING OF THE AUTONOMOUS MOBILE OBJECT

This article examines the technical means, used to build a route of the Autonomous object and superimpose restrictions on their use. The result is the selection of the minimum set of sensors to acquire sufficient information to build a route of movement of the object.

Keywords: the autonomous mobile object, the construction of the route, navigation, camera, radar.

В настоящее время наблюдается рост применения автономных подвижных объектов, в частности, беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и автономных необитаемых подводных аппаратов (АНПА) в различных сферах человеческой деятельности, таких как доставка грузов, контроль технологического состояния объектов, их безопасности и функционирования, а также применение БПЛА и АНПА в военном секторе [1]. Это обусловлено значительными экономическими и техническими преимуществами автономных по сравнению с пилотируемыми аппаратами [2]. При этом существенным недостатком беспилотных и автономных подвижных объектов является недостаточная степень автоматизации для оперативного принятия решений об изменении параметров движения [3].

Вопросами построения маршрутов для автономных подвижных объектов занимается большой круг ученых, научно-исследовательских центров и лабораторий по всему миру, что обусловлено высокой заинтересованностью со стороны производителей этих объектов, широкой сферой применения для автоматизации решения задач и экономической выгодой от использования [4, 5].

Областью применения ожидаемых результатов является решение логистических задач, в частности задачи «последней мили», когда время доставки от последнего транспортного узла до заказчика может превышать время доставки в этот узел. Эта проблема обусловлена слабым контролем и управляемостью процессом доставки [6].

Изучением метода локализации БПЛА, позволяющего с высокой точностью определять текущее положение на основе визуальных геометрических признаков или по видеопотоку, полученному с камеры, занимались как зарубежные ученые – S. Nuske, J. Roberts, B. Wyeth, так и отечественные – А.В. Боковой, И.М. Афанасьев, А.Г. Сагитов и др. [7, 8].

Процессы навигации БПЛА изучались такими учеными, как B. Komer, J. Bergstra, К.С. Яковлев, В.В. Хитков и др. [9].

Исследование методов одновременного картирования и локализации беспилотных летательных аппаратов по видеопотоку отражено в работах G. Klein, D. Murray, А.В. Бокового и др. [10, 11].

Вопросы планирования маршрута для автономных роботов с учетом множества критериев оптимизации рассматривались в работах I. Kamon, E. Rivlin, B. Lau, C. Sprunk, W. Burgard и др. [12, 13].

Несмотря на большое количество научных разработок в области автоматического управления, автономные аппараты при решении большого количества задач требуют оперативного контроля со стороны оператора. Одной из актуальных задач является задача адаптивного построения маршрута при движении объекта в пространстве.

В задаче беспилотного движения важнейшим фактором являются не только алгоритмы управления, но и понимание машиной окружающего пространства. Выделяются пять типов датчиков, используемых при движении автономного объекта:

- 1) радары;
- 2) камеры;
- 3) лидары;
- 4) ультразвуковые датчики;
- 5) инфракрасные камеры [14].

По способам влияния на окружающую среду радары и лидары относятся к активным средствам (изменяют энергетическое поле), камеры к пассивным. Ультразвуковые датчики и лидары различаются рабочей частотой. Камеры могут работать только в видимом диапазоне, а все остальные нет [14].

Автономные объекты с помощью камер получают изображение окружающего мира в видимом диапазоне, обрабатывают его и распознают объекты. Преимуществами камер являются:

- 1) возможность распознавания объектов;
- 2) хорошее угловое разрешение (позволяет идентифицировать объекты, движущиеся поперек движения автономного объекта);
- 3) возможность классификации объектов (дерево, угол здания, столб, крыша, пешеход);
- 4) ценовая доступность.

Недостатками использования камер являются:

- 1) узкий диапазон измерения дальности (расстояние до препятствия, скорость сближения с ним);
- 2) низкая точность измерения скорости окружающих объектов;
- 3) сильное влияние внешних условий (недостаточная видимость, однотонные объекты на ярком фоне, освещенность и др.);
- 4) задержка в обработке данных видеопотока [14].

Радары используют физический принцип – эффект Доплера. В составе подвижных объектов применяются следующим образом: источник посылает сигнал, отраженный от объекта сигнал имеет измененную частоту. По полученному сигналу можно узнать дистанцию до препятствий, их скорость и угол движения объекта относительно источника. Преимуществами использования радаров являются:

- 1) способность измерения дальности и скорости в широком диапазоне;
- 2) мгновенная обработка данных;
- 3) незначительное влияние погодных условий на работу;
- 4) измерительная информация занимает небольшой объем памяти.

Недостатки радаров:

- 1) невозможно классифицировать препятствие, оценить его габариты;
- 2) зависимость диапазона измерения дальности от угла обзора;
- 3) узкий диапазон измерения угловых перемещений [15, 16].

Использование лидаров в составе автономных подвижных объектов дает возможность получения информации об окружающих объектах с высокой точностью, но они имеют очень высокую стоимость и низкую частоту сканирования (существенный недостаток в условиях непрерывно движущихся препятствий). Кроме того, лидары имеют очень хрупкую конструкцию [17].

Ультразвуковые датчики возможно объединять в систему из нескольких датчиков, причем цена такой системы будет низкой, но дальность действия, ограниченная единицами метров, и низкая достоверность получаемых данных могут значительно ограничивать возможности использования [18].

Из представленной информации можно сделать вывод о том, что:

- 1) часть функций одних датчиков дублируется другими;
- 2) использование дорогостоящих датчиков является нерациональным, так как наличия только этих датчиков для получения полной информации недостаточно;
- 3) конструкция и функциональные возможности датчиков применимы в ограниченных внешних условиях.

Следовательно, для построения адаптивной системы автономного передвижения в пространстве необходимо наличие камер кругового обзора – для распознавания объектов, ультразвуковых датчиков – для движения в сильно ограниченном пространстве и при посадке, радара – для измерения дальности до удаленных препятствий (в том числе в условиях ограниченной видимости). При этом минимальный набор технических средств состоит из камер кругового обзора и радаров.

Существуют ограничения, накладываемые на использование датчиков. В условиях радиопомех поступающая на радар информация будет искажена, и определение достоверных данных о движении невозможно. В этом случае планирование движения объекта осуществляется только посредством камеры. В условиях недостаточной видимости (туман, песчаная буря, темное время суток) информация с камер кругового обзора бесполезна, планирование движения осуществляется за счет информации с радаров. Теоретически возможно наличие электромагнитных помех с одновременным условием ограниченной видимости, когда система зрения подвижного объекта не позволяет строить маршрут движения, но такая ситуация не рассматривается.

Библиографический список

1. Применение беспилотных летательных аппаратов в гражданских целях [Электронный ресурс]. – URL: <http://bp-la.ru/> (дата обращения: 16.03.2017).
2. Отчет РwC о коммерческом применении беспилотных летательных аппаратов в мире [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.pwc.ru> (дата обращения: 25.03.2017).
3. Управление беспилотником (БПЛА) [Электронный ресурс]. – URL: <http://avia.pro> (дата обращения: 17.03.2017).
4. Области применения беспилотников [Электронный ресурс]. – URL: <http://robotrends.ru/robopedia/oblasti-primeneniya-bespilotnikov> (дата обращения: 21.03.2017).
5. Боевое применение беспилотных летательных аппаратов [Электронный ресурс]. – URL: <http://topwar.ru> (дата обращения: 21.03.2017).
6. Популярныe тренды в логистике для e-commerce [Электронный ресурс]. – URL: <https://habrahabr.ru/company/yambox/blog/304760> (дата обращения: 05.04.2017).
7. Буйвал А.К. Локализация беспилотного летательного аппарата внутри помещений на основе визуальных геометрических признаков и известной 3D-модели окружающей среды // Беспилотные транспортные средства с элементами искусственного интеллекта (БТС-ИИ-2015): материалы Второго Всерос. науч.-практ. сем. (9 октября 2015 г., г. Санкт-Петербург). – СПб.: Политехник-сервис, 2015. – С. 10–17.
8. Nuske S., Roberts J., Wyeth G. (2008, May). Outdoor visual localization in industrial building environments // IEEE International Conference on Robotics and Automation, Pasadena, CA. – 2008. – P. 544–550.
9. Система навигации группы БЛА на основе маркеров / К.С. Яковлев, В.В. Хитьков, М.И. Логинов, А.В. Петров // Робототехника и техническая кибернетика. – 2014. – № 3. – С. 44–48.
10. Klein G. and Murray D. Parallel Tracking and Mapping for Small AR Workspaces // Proc. International Symposium on Mixed and Augmented Reality. – ISMAR'07, 2007.
11. Боковой А.В. Исследование методов одновременного картирования и локализации беспилотных летательных аппаратов по видеопотоку, полученному с единственной камеры // Беспилотные

транспортные средства с элементами искусственного интеллекта (БТС-ИИ-2015): материалы Второго Всерос. науч.-практ. сем. (9 октября 2015 г., г. Санкт-Петербург). – СПб.: Политехник-сервис, 2015. – С. 26–33.

12. Kamon I. and Rivlin E. A new range-sensor based globally convergent navigation algorithm for mobile robots // The International Journal of Robotics Research. – 1997.

13. Lau B., Sprunk C., Burgard W. Efficient Grid-Based Spatial Representations for Robot Navigation in Dynamic Environment // Robotics and Autonomous Systems. – 2013.

14. 5 датчиков автопилота и их (пока) неразрешимые трудности [Электронный ресурс]. – URL: <https://geektimes.ru/post/278534> (дата обращения: 15.04.2017).

15. Радар [Электронный ресурс]. – URL: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1114235> (дата обращения: 18.04.2017).

16. Bosch выпустил радар [Электронный ресурс]. – URL: <http://tvgold-online.ru> (дата обращения: 18.04.2017).

17. Лидар [Электронный ресурс]. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Лидар> (дата обращения: 23.04.2017).

18. Ультразвуковые датчики [Электронный ресурс]. – URL: <https://electricalschool.info/> (дата обращения: 28.04.2017).

Сведения об авторе

Погадаев Егор Андреевич – аспирант Национального исследовательского Томского политехнического университета, Института кибернетики, гр. А6-36, г. Томск, e-mail: egor.pogadaev@gmail.com.

Т.Н. Караневская

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММЫ ВЫБОРА ОСНОВНОГО СОСТАВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПО ЗАДАНЫМ ПАРАМЕТРАМ

В статье рассматриваются возможности расширения систем автоматизированного проектирования (САПР) технологических установок систем сбора и подготовки нефти. Рассмотрен состав технологических установок с применением модульного подхода, позволяющего упрощать задачи проектирования и внедрения за счёт высокой степени унификации и агрегатизации. Этот подход приводит к построению баз данных (БД) и системы управления базами данных (СУБД), интегрированных в САПР или используемых отдельно, которые позволяют формализовать выбор аппаратного оформления технологических установок. Приводится алгоритм использования БД при проектировании технологических установок.

Ключевые слова: технологическая установка, модульный подход, реляционная база данных, СУБД, САПР.

T.N. Karanevskaja

THE PROGRAM OF CHOICE OF THE MAIN TECHNOLOGICAL EQUIPMENT ACCORDING TO THE SPECIFIED PARAMETERS

The article discusses the possibility of expanding computer-aided design (CAD) systems, process plants collection and treatment system. Considered part of process units using a modular approach which can help to simplify the task of designing and implementing due to the high degree of standardization and unitization. This approach lead to the construction of databases (DB) and database management systems (DBMS) that are integrated into CAD or used separately, which allows to formalize the choice of hardware design of process plants. The algorithm of using the database is in the design of process plants.

Keywords: technological unit, a modular approach, a relational database, DBMS, CAD.

Промысловое обустройство как сложная инженерная система требует большого объема капитальных вложений, значительную долю которых составляют сооружения систем сбора, подготовки и транспорта продукции скважин. Совершенствование и упрощение систем сбора, подготовки и транспорта нефти и газа имеют первостепенное значение как для снижения капитальных затрат и эксплуатационных расходов,

так и для сокращения сроков обустройства и, следовательно, для ускорения ввода в действие новых скважин и нефтяных месторождений. Основная часть решений, обеспечивающих соответствие требованиям в области экономики, качества полученной продукции, промышленной безопасности, мобильности и др., реализуется на стадии проектирования технологического процесса.

При проектировании, внедрении и эксплуатации технологических систем необходимо учитывать, что, с точки зрения заказчика технологического процесса (эксплуатирующей организации), будут учитываться такие показатели, характеризующие установку, как стоимость установки, затраты на монтаж и эксплуатацию, промышленная и экологическая безопасность ведения технологического процесса. С точки зрения потребителя продукции, будут важны выходные показатели технологического процесса (расход, качество, состав потоков) и менее важно аппаратурное оформление технологического объекта (структура, содержание). Поэтому на стадии проектирования установки необходимо учитывать обе эти составляющие.

За счет применения модульного подхода, использующего современное аппаратурное оформление систем сбора и подготовки нефти, а также современных средств и методов проектирования этих систем, можно существенно снизить временные затраты на проектные работы, уменьшить вероятность ошибки при проектировании.

Для выполнения технико-экономических расчетов конкретного технологического объекта могут использоваться унифицированные блочно-модульные технологические схемы с учетом физико-химических свойств нефти, газа, воды и рекомендуемых технологических параметров процессов. Модули различного функционального назначения типизированы по производительности, что обеспечивает их применение в зависимости от прогнозируемой (динамики) добычи нефти и газа по проектируемому или реконструируемому объекту.

Выбор технологических систем объектов сбора и подготовки нефти и, соответственно, типа технологических модулей и их аппаратурного оформления включает следующие этапы:

- анализ исходных данных о физико-химических свойствах нефти, условиях эксплуатации месторождения, а также требований, предъявляемых к продукции;
- разработка возможных вариантов технологических систем проектируемого объекта;

– выбор типа модулей, блоков и технологических сооружений по вариантам;

– технико-экономическое сравнение вариантов технологической системы по изменяющейся части для окончательного выбора технико-технологического решения, при котором изменяющаяся часть включает один либо несколько модулей (блоков).

Можно упростить и формализовать процесс выбора состава и содержания технологических модулей, используя заранее заготовленные шаблоны, реализованные в виде соответствующей базы данных [1].

При реализации автоматизированных систем анализа и выбора технологических модулей, узлов могут использоваться стандартные средства разработки, основанные на реляционных базах данных. Поэтому модель представления информации о технологической схеме можно выразить в виде взаимодействия отдельных информационных таблиц, т.е. информация о технологической установке может быть представлена в виде реляционной модели. Взаимосвязь таблиц является важнейшим элементом реляционной модели данных [2]. Она под-держивается внешними ключами (рис. 1).

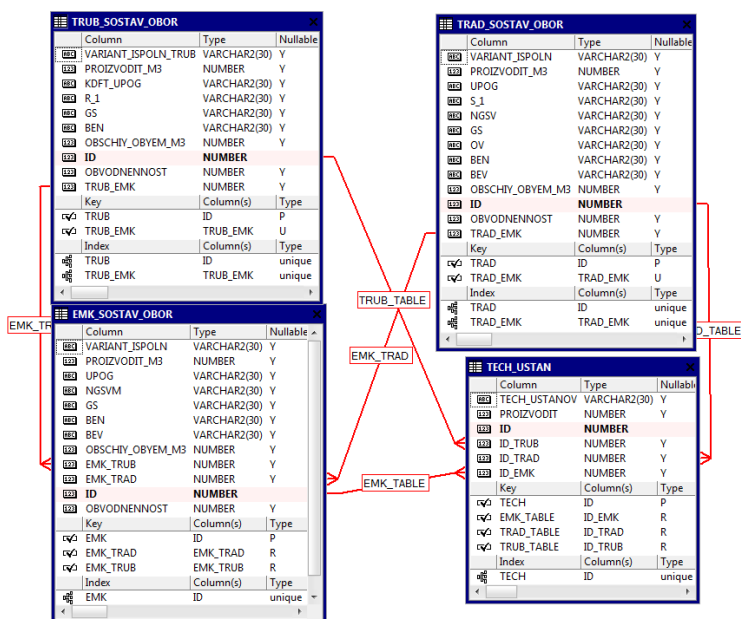


Рис. 1. Связи между таблицами через ключи в PL/SQL Developer

Алгоритм работы с такой базой данных будет выглядеть следующим образом. Проектировщик, посредством СУБД, формирует ограничения, накладываемые на технологическую схему, после чего обращается к базе данных с запросом информации и получает варианты, возможные к применению [3].

На примере установки предварительного сброса пластовой воды (УПСВ) реализована программа выбора основного состава технологического оборудования по заданным параметрам: производительность в м³/сут., величина обводненности нефти в % и плотности нефти в кг/м³.

Программная реализация представляет собой создание реляционной базы данных технологического оборудования в среде Oracle Database 11g. Взаимосвязь таблиц поддерживается внешними (первичными) ключами через программный продукт PL/SQL Developer v10.0.3.1701. Запросы к базе данных осуществляются через пользовательский интерфейс программы выбора технологического оборудования, выполненного в среде объектно-ориентированного программирования Delphi 7.0 (рис. 2).

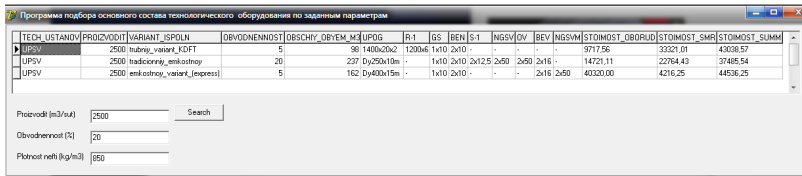


Рис. 2. Пользовательский интерфейс программы выбора технологического оборудования в среде Delphi 7.0

Пользователь задает значения производительности проектируемой установки, обводненности и плотности нефти. Через sql-запрос введенные значения сообщаются с базой данных технологического оборудования, и программа выдает удовлетворяющие запросу данные. Далее с учетом критерия выбора оптимального результата по минимуму капитальных вложений определяется оптимальный состав технологического оборудования.

После определения оптимального состава технологического оборудования получаем необходимый перечень наименований и количества технологического оборудования.

Наименование и количество технологического оборудования, а также унифицированная технологическая схема являются главным

и основным решением в проектировании технологической установки. Программа выбора технологического оборудования позволяет сократить время для принятия решения, представить разработчику все актуальные варианты состава технологического оборудования, осуществить возможность оперативной оценки стоимости того или иного технологического решения.

Библиографический список

1. Карпова Т.С. Базы данных: модели, разработка, реализация. – СПб.: Питер, 2002. – 304 с.
2. Голицына О.Л., Максимов Н.В., Попов И.И. Базы данных. – М.: Форум: Инфра-М, 2009. – 400 с.
3. Голицына О.Л., Партыка Т.Л., Попов И.И. Системы управления базами данных. – М.: Форум: Инфра-М, 2006. – 432 с.

Сведения об авторе

Караневская Татьяна Николаевна – аспирантка кафедры «Автоматизация технологических процессов» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: bormotova_tn@mail.ru.

Ю.И. Колодкина

КРИТЕРИАЛЬНЫЙ ВЫБОР ТУРИСТСКОГО ПРЕДЛОЖЕНИЯ

В данной статье рассматриваются туристский потенциал Российской Федерации, место занимаемое на данный момент и возможности создания бренда с помощью создания информационной системы.

Ключевые слова: информационная система, туристская отрасль, критериальный выбор туристского предложения.

Yu.I. Kolodkina

CRITERIA SELECTION OF TOURIST OFFER

This article examines the tourist potential of the Russian Federation, the place currently occupied and the opportunities for creating a brand through the creation of an information system.

Keywords: information system, tourist industry, criterial choice of the tourist offer.

Российская Федерация располагает значительным туристским потенциалом. На территории России имеются значительные и значимые культурные, исторические и рекреационные достопримечательности, обширная территория богата уникальными природными памятниками. Однако на данный момент значительный потенциал не используется в полном объеме. Учитывая, что туризм может затрагивать смежные области, то мультипликативный эффект от туристской деятельности в экономику страны может быть еще выше.

Для изменения сложившейся ситуации необходимы открытость и доступность информации о туристских объектах. **Достижение данной цели** возможно с помощью разработки информационно-аналитической системы по критериальному выбору туристского предложения.

Согласно рейтингу Всемирно экономического форума The Travel and Tourism Competitiveness Report 2017 Россия на данный момент занимает 43-е место, в основном это связано с малоэффективностью маркетинга в продвижении России как туристской отрасли [1, 2]. Поэтому улучшение данной ситуации возможно с созданием инструмента, обеспечивающего коммуникацию регионов с информированием

туристов о местах отдыха, средствах размещения, выбором предложения по критериям. Желательно, чтобы критерии находились во взаимосвязи и позволяли спрогнозировать экстраполяцию тенденций рынка, тем самым данный метод позволит увидеть приоритетное развитие региона.

Современный туристский рынок на сегодняшний день предлагает широкий спектр услуг, однако чтобы найти нужную услугу или подобрать подходящий тур по внутреннему туризму по определенным параметрам, приходится просматривать большое количество туристских сайтов с туристскими предложениями. И наряду с этим турист знает довольно немного направлений, которые он может посетить.

Проанализировав сайты туристско-информационных центров России, в основном информация по объектам региона представлена в виде описания, не структурирована по критериям. Для того чтобы найти подходящий маршрут, нужно:

- ознакомиться сперва с достопримечательностями региона;
- а дальше искать понравившиеся варианты на сайте у туроператоров для ознакомления с условиями поездки, что затрачивает определенное количество времени, и это является минусом.

Основной задачей информационно-аналитической системы по критериальному выбору туристского предложения является информирование туриста о возможностях региона, например:

- как добраться до выбранного объекта;
- где разместиться с определенными условиями;
- какие достопримечательности региона возможно посетить;
- какие необычные маршруты может предложить регион, например, езда на собаках, полет на воздушном шаре и т.д.;
- какие точки питания существуют в выбранном регионе, каковы график их работы, меню и ценовой сегмент;
- где можно заправить автомобиль.

Для развития индустрии отдыха в России необходимо информировать туриста, каким уровнем сервиса он может воспользоваться в выбранном регионе. Информационно-аналитическая система [3, 4] по критериальному выбору туристского предложения должна иметь общую базу данных с информационными системами туристско-информационных центров. Необходимо развивать исходящий информационный поток с целью развития внутреннего туризма.

Информационная система должна быть качественной, что предполагает не только выполнение необходимых задач, но:

- удобство в применении, т.е. простоту восприятия;
- дружелюбный интерфейс;
- приемлемую скорость работы;
- продуманный и проработанный регламент работы;
- унифицированную документацию и др.;
- взаимосвязь критериев.

Критерии также должны быть ранжированы по значимости по туристскому спросу. Ранжирование критериев может спрогнозировать туристские потоки, например внутри страны. Это дает исчерпывающее представление о продажах, производстве, занятости, заработной плате и налогах, связанных с туризмом. Анализ критериев может способствовать:

- оптимизировать обращения туристов к местным или национальным достопримечательностям;
- поддерживать развитие местного и национального туризма;
- анализировать предпочтения туристов;
- определять события, которые положительно влияют на количество туристов;
- информировать потенциальных туристов о предстоящих событиях в реальном времени.

Алгоритм работы системы. Пользователь выделяет предпочтительный критерий для своего отдыха.

1. Выдаются места отдыха, связанные с данным критерием.
2. Выдаются места отдыха по взаимосвязанному выбранному критерию ранее.
3. Предоставляется информация с датами, условиями поездки, стоимостью.
4. По выбранному предложению система перенаправляет на сайт туроператора, но если данное предложение возможно финансово реализовать через туристско-информационный центр, то система перенаправляет туда.
5. Система формирует отчет о выбранных направлениях за определенный период времени, что позволяет посмотреть спрос и отследить динамику.

Данная технология может способствовать более качественному развитию туристской отрасли и может позволить уйти от привязки к цене на нефть и газ и стать существенным сектором экономики в Турции, Испании, Франции, Германии, Великобритании и т.д., что подтверждено рейтингом The Travel and Tourism Competitiveness Report 2017.

Усовершенствование поиска информации может способствовать увеличению числа туристов. Выбор по туристским критериям способствует предсказанию различных сценариев, позволит определить наиболее привлекательные места для туризма и развития инфраструктуры, что, в свою очередь, позволит предпринимателям принимать решения об инвестировании в новые объекты.

Библиографический список

1. Россия поднялась на 43-е место в мировом рейтинге конкурентоспособности в сфере туризма ВЭФ [Электронный ресурс]. – URL: http://tourism.interfax.ru/ru/analytics/market_overview/40340/ (дата обращения: 02.02.2017).
2. The Travel & Tourism Competitiveness Report 2017 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.weforum.org/reports/the-travel-tourism-competitiveness-report-2017> (дата обращения: 02.02.2017).
3. Пирогов В.Ю. Информационные системы и базы данных: организация и проектирование. – СПб.: БХВ-Петербург, 2009. – 528 с.
4. Федоров Н.В. Проектирование информационных систем на основе современных CASE-технологий. – М.: Изд-во МГИУ, 2008. – 278 с.

Сведения об авторе

Колодкина Юлия Игоревна – студентка Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики», гр. ИАУП-15-1, г. Пермь, e-mail: julianna-kol@yandex.ru.

Д.А. Некрасов, Д.С. Курушин

О ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ ПОДСИСТЕМЫ ВИЗУАЛЬНОЙ ОДОМЕТРИИ МОБИЛЬНОГО РОБОТИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА

Рассматриваются новейшие методы управления и навигации мобильными роботизированными комплексами, способными к автономному поведению в постоянно изменяющихся условиях окружающей среды. На передний план выходит система навигации мобильных роботизированных комплексов. Робот должен сам анализировать окружающую среду и подстраиваться под ее изменения, планировать траекторию своего пути. Решение этих задач на программном уровне существенно облегчит управление роботом.

Ключевые слова: робот, навигация, автономность, мобильность, полигон, маршрут.

D.A. Nekrasov, D.S. Kurushin

ABOUT THE POSSIBILITY OF CREATING A SUBSYSTEM OF A VISUAL UNIVERSITY OF MOBILE ROBOTYZED COMPLEX

In this article considers the latest methods of control and navigation by mobile robotic complexes capable of autonomous behavior in constantly changing environmental conditions. The navigation system of mobile robotic complexes is on the main plan. The robot must analyze the environment itself and adapt to its changes, and plan the path of its path. Solving these problems at the program level will greatly facilitate the management of the robot.

Keywords: robot, navigation, autonomy, mobility, range, route.

Цель работы: реализовать дополнительный канал навигационной информации в бесплатформенной инерциальной навигационной системе робота.

Для реализации поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- описать проблему определения координат мобильного роботизированного комплекса;
- показать возможность визуальной навигации в дополнение к существующим;
- показать, как можно определить координаты мобильного роботизированного комплекса по ориентирам.

Задача управления мобильным роботизированным комплексом обладает некоторой особенностью. Это не непосредственное управление движением, а постановка задач. Условия выполнения задач не всегда соблюдаются, поэтому управление роботом происходит в виде диалога между человеком и интеллектуальной системой управления [4].

Решение задачи планирования пути МРК (мобильный роботизированный комплекс) может быть сведено к последовательному решению ряда более простых частных задач – многократное построение маршрутов, рассчитанных лишь до очередной непосещенной точки, т.е. на каждом этапе происходит планирование траектории движения МРК между двумя заданными точками, позволяющее аппарату совершить перемещение из исходного положения в целевое [3].

Рассмотрим МРК, который оснащен неким сканирующим устройством (лазерным дальномером, камерой...). План местности заранее известен: имеется карта местности.

Во время движения МРК может встречать на своем пути препятствия: статические или динамические. Необходимо избегать контакта с ними, поэтому планирование пути должно осуществляться с учетом всех препятствий.

Отличие статических объектов от динамических состоит в том, что положение статических объектов в ходе выполнения аппаратом задачи может быть принято за постоянное. Такая особенность позволяет рассматривать статические препятствия во время планирования пути как составную часть поверхности местности. В динамической среде управление МРК затрудняется тем, что движение объектов нельзя предсказать заранее [3].

Положение МРК на карте вычисляется преобразованием из системы координат лазерного дальномера в систему координат МРК [1].

Предлагается алгоритм управления роботом в динамической среде, основанный на трассировке подвижных препятствий.

На первом этапе решается задача планирования маршрута по построенной методом сеточных функций карте помещения. Для этого используется известный алгоритм A^* . Далее решается задача трассировки подвижных препятствий – определение текущего вектора состояния препятствия в каждый момент времени, синхронизированный с получением нового скана. Для построения списка препятствий, сначала проводятся классификация и кластеризация точек скана.

Кластеризация в данном случае проводится по евклидовому расстоянию между точками скана. Пороговое значение вычисляется, исходя из расстояния до точки и углового разрешения лазерного дальномера. Каждый подвижный объект обрабатывается с целью получения соответствующих ему параметров габаритной окружности. После нахождения габаритной окружности можно получить оценку полного вектора состояния подвижного объекта [2].

Поверхность местности характеризуется тем, что в общем случае она не является плоской. Эти особенности накладывают особые требования к модели поверхности, применяемой при решении задачи планирования пути, – такая модель должна обладать дополнительными характеристиками, которые учитывают особенности местности.

В результате решения рассматриваемой задачи должен быть сформирован путь, предполагаемый для передвижения МРК из текущего ее положения до пункта назначения на местности.

Например, поверхность местности представлена в виде непрерывного двумерного многообразия, а движение МРК на ней описывается при помощи непрерывных кривых, лежащих на этом многообразии.

Проблема избегания проблемных участков пути может быть решена заданием нулевой или низкой проходимости точкам, чтобы в дальнейшем пути, содержащие данные точки, отсекались.

Каждому положению аппарата на местности соответствует одна или более точек поверхности (внутри или на границе полигонов).

Построение полигональной модели поверхности может быть затруднено. Например, в полученной модели могут существовать промежутки между полигонами или их пересечение. Данная ситуация требует особой обработки полученной модели.

Пересечение полигонов приводит к тому, что между множеством точек поверхности и множеством их геометрических координат не может быть задано взаимно-однозначное соответствие, т.е. при наличии такого рода ошибок возникает проблема различения точек поверхности. Для ее решения применяется следующий способ задания координат: каждая точка поверхности определяется парой – идентификатором полигона, содержащего эту точку, и вектором ее геометрических координат. Поскольку каждому из полигонов возможно поставить в соответствие некоторый уникальный номер, то при задании координат точек поверхности такой номер может быть использован в качестве идентификатора полигона.

Полигональное представление поверхности местности позволяет удобным способом задать функцию непроходимости, для всех точек каждого полигона можно принять равную непроходимость. В этом случае функция непроходимости может быть задана как множество пар вида $\langle f, i \rangle$, где f – полигон, а i – непроходимость точек полигона f [3].

Например, для проведения экспериментов можно написать программу, которая для некоторой тестовой карты местности (полигональной модели местности, функции непроходимости) и двух полигонов, выбранных в качестве исходного и целевого, строит оптимальный путь, по которому в дальнейшем проследует МРК.

Библиографический список

1. Герасимов В.Н. Алгоритм SLAM на основе корреляционной функции // Экстремальная робототехника: сб. докл. всерос. науч.-техн. конф. – СПб., 2015.
2. Герасимов В.Н. К вопросу управления движением мобильного робота в динамической среде // Робототехника и техническая кибернетика. – 2014. – С. 44–51.
3. Научно-технический отчет по результатам проведенных экспериментов прокладки оптимального маршрута МИСМП по пересеченной местности / Д.С. Курушин, Е.В. Долгова, А.О. Кальсин, Д.В. Кондаков. – Пермь, 2014.
4. Михайлов Б.Б., Назарова А.В., Ющенко А.С. Автономные мобильные роботы – навигация и управление // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2016.

Сведения об авторах

Некрасов Дмитрий Алексеевич – студент Пермского государственного национального исследовательского университета, гр. ФИТ-13, г. Пермь, e-mail: dinekrasov3@gmail.com.

Курушин Даниил Сергеевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: kurushin.daniel@yandex.ru.

А.Д. Мехоношин, Д.С. Курушин

О ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ МОДЕЛИ НЕЙРОСЕТЕВОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ИМЕН ДЕНОТАТОВ В ЛИНЕЙНОМ ТЕКСТЕ

В данной статье рассматривается возможность создания модели нейросетевой идентификации имен денотатов в линейном тексте. Описываются различия между денотатом и сигнификатом объекта, знания о которых являются основополагающими для разработки данной модели. Рассматриваются различные методы квазиреферирования текста, которые необходимы для понимания сути проблемы и ее решения. В статье приводится алгоритм поиска ключевых слов в тексте, на основе которого можно построить собственную модель поиска имен денотатов.

Ключевые слова: денотат, сигнификат, знак, смысл, значение, реферирование, поаспектное реферирование, фасетное реферирование, извлечение ключевых слов.

A.D. Mekhonoshin, D.S. Kurushin

ON THE POSSIBILITY OF CREATING A MODEL OF NEURAL NETWORK IDENTIFICATION OF THE NAME OF DENOTATES IN A LINEAR TEXT

This article considers the possibility of creating a model of neural network identification of denotata names in a linear text. The differences between the denotation and the signification of the object are described, the knowledge of which is fundamental for the development of this model. Various methods of quasi-abstracting of the text are considered, which are necessary for understanding the essence of the problem and its solution. The article provides an algorithm for searching for keywords in the text, based on which you can build your own model for searching for denotation names.

Keywords: denotate, significant, sign, meaning, value, referencing, comprehensive referencing, faceted abstracting, extraction of keywords.

По Г. Фреге под «знаком» или «именем» понимается любое обозначение, выступающее в роли имени собственного, значением которого является определенный предмет, но не понятие и не отношение.

Обозначение каждого предмета может состоять из нескольких слов. Это есть имя собственное. Смысл этого имени понятен тем, кто владеет тем языком, к которому это слово принадлежит. Правильная связь между знаком, его смыслом и значением должна быть

такой, чтобы знаку соответствовал определенный смысл, а смыслу – определенное значение, в то время как одному значению (одному предмету) соответствует не только один знак. Один и тот же смысл выражается по-разному не только в разных языках, но и в одном и том же языке. Правда, встречаются исключения из этой правильной связи. Разумеется, в совершенной совокупности знаков каждому выражению должен соответствовать лишь один определенный смысл, однако естественные языки далеко не всегда удовлетворяют этому требованию [1].

Из рассуждений Фреге можно вывести следующие определения.

Денотат – множество объектов действительности (вещей, свойств, отношений, ситуаций, состояний, процессов, действий), которые могут именоваться данной единицей: дом, стул, пальто, банк, кассир. Пример денотата: земляника – имя ягоды. Денотатом этого объекта будет ягода, а название ее земляника.

Сигнификат – понятийное содержание (иначе: сигнификативное значение): совокупность тех признаков предмета (явления), которые существенны для его правильного наименования данным словом в системе данного языка.

Говоря о сигнификативном значении, необходимо рассмотреть вопрос о понятии, определяемом в логике как мысль о предмете, которая выделяет в нем существенные признаки как совокупность общественно значимых знаний о нем. Пример сингификата: описание денотата «стол», т.е. утварь домашняя, для поклажи, постановки чего. Причем сигнификат может отличаться, иметь разное описание в зависимости от ситуации.

В настоящий момент предложено несколько методов реферирования, которые можно разделить на две большие группы. Первую составляют методы, основанные на анкетировании. К ним относятся фасетное и поаспектное реферирование. Вторая группа представляет собой методы, в основе которых лежит анализ смысловой структуры первоисточника.

Поаспектное реферирование предполагает семантический анализ текста с помощью его разбиения на отдельные содержательные аспекты. Фасетное реферирование представляет собой анализ содержания конкретной сферы научной деятельности, заключающийся в наложении на текст сетки фасетов, соответствующей числу категорий, отражающих специфику данной области в различных ее аспектах [2].

Другую большую группу методов реферирования составляют методы выделения содержания первоисточника на основе анализа реферируемого текста. Предложенный метод реферирования опирается на содержательный и логический анализ текста-первоисточника, который позволяет оценивать важность и приоритетность одних элементов информации относительно других, что делает методику достаточно универсальной. В связи с этим данный подход стал широко применяться в информационных центрах, и достаточно популярен в настоящее время [2].

В современных алгоритмах извлечения ключевых слов можно выделить три последовательных этапа.

На первом этапе выполняется предварительная обработка текста, осуществляемая на графемном, морфемном и лексическом уровнях, призванная представить текст в формате, удобном для последующего распознавания. Здесь могут быть реализованы такие вспомогательные процедуры, как графематический анализ (токенизация текста, удаление разметки), морфологический разбор, лексическая нормализация (в том числе согласование синонимов), лемматизация (стемминг), частеречевая разметка (POS-tagging), удаление стопслов (служебной лексики) и т.д. Все эти процедуры требуют использования специфических лингвистических баз и словарей, формирование которых зачастую не является тривиальной задачей. Поэтому данный этап – языкозависимый, что означает различие в содержании предварительной обработки для разных языков. Поэтому большинство имеющихся алгоритмов выделения КС требует адаптации для русского языка. На данном этапе может осуществляться первичный отбор кандидатов в КС с формированием списка слов или словосочетаний [3].

Существенные различия в содержании основных современных алгоритмов извлечения КС проявляются при реализации второго этапа – собственно распознавания ключевых слов (или фильтрации предварительного списка кандидатов). После установления значений ансамбля признаков в зависимости от выбранного подхода производится их сравнение с эталонами (порогом) и принятие решения о принадлежности того или иного слова кандидата к множеству КС. В зависимости от базового метода извлечения КС в алгоритме могут использоваться различные лингвистические ресурсы – словари, корпуса, онтологии, поэтому данный блок может быть как языкозависимым, так и языконезависимым [3].

На заключительном этапе постобработки выходные данные – список КС – представляются в соответствии с пользовательскими или программными настройками в том или ином формате. Здесь могут осуществляться усечение списка, его ранжирование и упорядочивание, визуализация методами когнитивной графики т.д. [3].

Библиографический список

1. Фреге Г. Смысл и денотат // Семиотика и информатика. Opera selecta: сб. науч. статей. – М., 1997. – № 35. – С. 352–379.

2. Нестерова Н.М., Герте Н.А. Реферирование как способ извлечения представления основного содержания текста // Вестник Пермского ун-та. – 2013. – Вып. 4.

3. Ванюшкин А.С., Гращенко Л.А. Методы и алгоритмы извлечения ключевых слов // Новые информационные технологии в автоматизированных системах. – 2016. – № 19.

Сведения об авторах

Мехоношин Александр Дмитриевич – студент Пермского государственного национального исследовательского университета, гр. ФИТ-13, г. Пермь, e-mail: infernal_34@mail.ru.

Курушин Даниил Сергеевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: kurushin.daniel@yandex.ru.

А.Б. Федоров

ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ ПРОТОТИПА КОЛЕСНО-ШАГАЮЩЕЙ ПЛАТФОРМЫ

В статье описаны основные этапы создания макета колесно-шагающей платформы, приводится информация о конструкции колесно-шагающих роботов. Также отмечено, что выбор конструкций зависит от задач, поставленных перед шагающей машиной.

В работе показано, что свойства и характеристики шагающих роботов определяет система управления.

В заключение в статье описано, как создавалась модель робота с помощью программы CorelDraw X4.

Ключевые слова: система управления, макет платформы, сервопривод.

A.B. Fedorov

GENERAL PRINCIPLES OF CREATION OF THE PROTOTYPE OF THE WHEEL-WALKING PLATFORM

The article describes the main stages of creating the layout of the wheel-walking platform, information about the design of wheeled robots are contain. Also noted that the choice of structures depends on the tasks of walking machine. It is shown that the properties and characteristics of the robots is determined by the control system. In conclusion of the article describes how the model of the robot are create using the program CorelDraw X4.

Keywords: control system, layout of the platform, servo.

Теоретической часть работы посвящена описанию физических принципов осуществления движения роботов, их походки. В работе представлена информация о сервоприводах, как основной движущей силе суставов шагающих роботов. Показана система управления сервоприводами с помощью Arduino Mega 2560.

Для проекта колесно-шагающей платформы созданы чертежи деталей, разработаны схема сборки и программа управления для платформы Arduino.

Таким образом, в ходе выполнения практической работы все поставленные цели были выполнены, задачи успешно решены. В дальнейшем необходимо реализовать движение всех ног робота, составить алгоритм их движения и взаимодействия.

В настоящее время практически во всех промышленно развитых странах интенсивно ведутся работы по созданию и исследованию шагающих роботов [1]. Это вызвано тем, что шагающие машины по сравнению с колёсными и гусеничными имеют ряд преимуществ при движении по поверхности со сложным рельефом, а также внутри зданий и сооружений, где необходимо перемещаться по лестницам, узким коридорам и шахтам.

Целью данной работы является разработка прототипа колесно-шагающей платформы. Создание натуральных макетов и моделей остается актуальным вопросом из-за сложности математических и имитационных моделей при проектировании многозвенных механизмов и систем управления.

Для создания автономного шагающего механизма необходимо решить несколько проблем:

- разработка конструкции шагающего движителя и его кинематической схемы;
- создание «походки» – алгоритмов движения по пересеченной местности;
- повышение устойчивости к внешним механическим воздействиям;
- построение системы управления движением, включающей в себя бортовую вычислительную систему, бортовую вычислительную сеть, человеко-машинный интерфейс, конструкцию сенсорной системы;
- обеспечение машины энергоресурсами для достаточно длительной автономной работы.

Количество ног шагающей машины, их расположение на корпусе машины и конструкция отдельной ноги определяются условиями местности, по которой должна передвигаться машина и требуемыми режимами работы – скоростью движения, величиной полезной нагрузки (переносимого груза), выполняемыми маневрами.

Для управления движением необходима сложная многоуровневая система реального времени. Система управления строится как бортовая вычислительная сеть, объединяющая множество контроллеров различной вычислительной мощности. Принципы построения аппаратной части сети те же, что и у бортовых сетей современных автомобилей. Можно использовать такие же микроконтроллеры и протоколы обмена данными. Вместе с тем топология сети и программное обеспечение контроллеров нужно разрабатывать заново.

Система включает несколько контуров управления, каждый из которых работает непрерывно. На нижнем уровне – это контуры управления отдельными суставами. Каждым суставом управляет отдельный микроконтроллер. Микроконтроллер постоянно опрашивает датчики положения сустава и выдает сигналы управления на привод сустава. Одновременно микроконтроллер получает команды изменения положения сустава от контроллера вышележащего уровня управления.

Нет необходимости передавать всю траекторию перед началом движения. Можно передавать части траектории по мере продвижения. Это, в частности, облегчает корректировку траектории. Такая потребность может возникнуть из-за появления динамических препятствий в виде движущихся объектов.

Данные об окружающей среде и положении машины собирает сенсорная система, она же производит первичную обработку этой информации. Данные от сенсорной системы поступают в контур управления миссией и используются для прокладки и корректировки траектории движения машины.

Контроллеры предварительной обработки информации должны быть достаточно мощными вычислительными устройствами, поскольку им требуется обрабатывать значительные объемы информации в реальном времени.

Выбор конструкций зависит от задач, поставленных перед шагающей машиной. Возможность применения упрощенной конструкции, сокращения подвижности конечностей, упрощения систем управления движением возникает в случаях, когда к роботу не предъявлены требования перемещения по сложным поверхностям или когда часть управления берет на себя оператор. В более жестких условиях, при необходимости действовать полностью или частично автономно и при заранее неизвестном состоянии опорной поверхности, робот должен иметь конструкцию с большей степенью подвижности конечностей. Это приводит к необходимости построения сложной системы управления. Конкретный уровень автоматизации управления движением шагающей машины зависит от назначения машины и условий ее применения.

Задачами системы управления становится управление большим числом степеней свободы, обеспечение требуемых кинематических и динамических параметров шагающих аппаратов, а в случае автономных роботов добавляются задачи навигации и ориентации

в пространстве. Программное обеспечение систем управления определяет свойства и характеристики шагающих роботов. Высокая неопределенность окружающей обстановки ограничивает возможность использования жестких алгоритмов управления конечностями.

Управление каждой конечностью может осуществляться отдельным автономным модулем, который взаимодействует с другими такими же модулями. Взаимодействие между частями (модулями) системы обеспечения устойчивости и движения представляет собой отдельный объект исследования. Алгоритмы их взаимодействия должны учитывать состояние каждого из них и вносить необходимые изменения в процессе шагания.

Макет разрабатываемой платформы (рисунок) создавался с помощью программы Corel Draw X4.

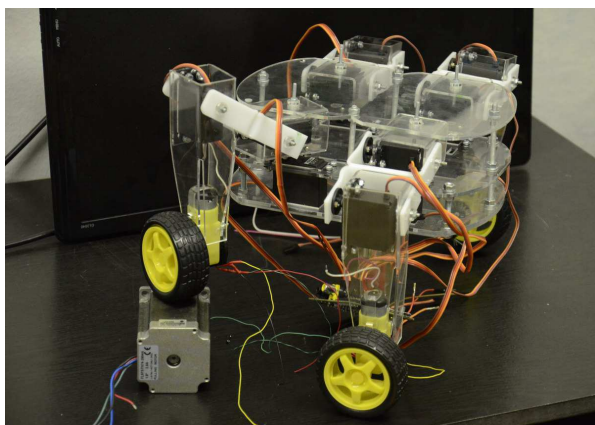


Рис. Макет колесно-шагающей платформы

В качестве материала для создания платформы использовалось оргстекло: толщина 4 мм для основания и 2 мм для конечностей. Резка материала производилась лазерным станком с ЧПУ. В нижней части основания были сделаны углубления под сервоприводы для их надежной фиксации. Также в нижней части было предусмотрено место под батареи питания всей платформы. В средней части вырезаны технологические отверстия под провода и различные датчики, необходимые для работы платформы, а также в ней размещены главные платы управления. Верхняя часть платформы имеет вырезы в центральной части в виде полукруга. Это сделано для того, чтобы во

время подъема конечностей в среднем положении корпус робота не ограничивал угол подъема ноги. Для приведения ног в движение использовались сервоприводы в количестве 12 штук. Для сервомашин требуется отдельное питание. В качестве источника питания используется Li-ion-батарея. Основной платой для управления платформой послужила Arduino Mega 2560 [2].

Первоначальный макет ноги робота был вырезан из картона, чтобы визуальнo оценить габариты будущей платформы. Вторая версия ноги изготовлена из жести 1,5 мм для более точной установки сервопривода и мотора ведущих колес.

Для управления сервоприводом в Arduino имеется стандартная библиотека Servo. В проектируемом нами роботе каждая нога должна иметь 3 степени свободы, следовательно, у каждой ноги должно быть три сервопривода. Поэтому каждое движение робота состоит из нескольких шагов.

Например, движение вперед состоит из следующих шагов:

- 1) правая передняя нога вперед;
- 2) левая задняя нога вперед;
- 3) левая передняя нога вперед;
- 4) правая задняя нога вперед.

Таким образом, мы получим шаг одной ногой. Движение остальных конечностей подобно алгоритму движения, представленному для одной конечности.

Библиографический список

1. Фокин В.Г., Шаныгин С.В. Обзор и перспективы развития мобильных шагающих робототехнических систем // Молодой ученый. – 2015. – № 18. – С. 207–215.

2. Евстифеев А.В. Микроконтроллеры AVR семейства Mega: руководство пользователя. Версия 2007 г. – М., 2008.

Сведения об авторе

Федоров Андрей Борисович – магистрант Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. АСУ1-15-1м, г. Пермь, e-mail: Andrei7267@yandex.ru.

И.О. Плешкова, В.О. Кушев

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ВНЕДРЕНИЯ ШТРИХКОДИРОВАНИЯ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

В данной статье рассмотрены и проанализированы основные проблемы внедрения штрихкодирования на производстве. Предложены классификация проблем и мероприятия по устранению проблем. В статье показаны актуальность и целесообразность внедрения штрихкодирования, проблемы внедрения рассмотрены как сдерживающий фактор при принятии решения о старте проекта внедрения.

Ключевые слова: штрихкодирование, производство, внедрение, проект, автоматизация.

I.O. Pleshkova, V.O. Kushev

ANALYSIS OF PROBLEMS OF INTRODUCTION OF SHTRIKHKODIROVANIYA ON PRODUCTION

In this article, the main problems of implementing barcoding in production are considered and analyzed. A classification of problems and measures for eliminating problems is suggested. The article shows the relevance and expediency of the introduction of barcoding, the problems of implementation are considered as a deterrent factor when deciding on the launch of the implementation project.

Keywords: Barcoding, production, implementation, project, automation.

Развитие информационных технологий, в частности мобильных приложений и корпоративных информационных систем, приводит к росту популярности различных ИТ-инструментов для бизнеса, которые повышают прозрачность учета, снижают издержки производства. Одним из таких инструментов является штрихкодирование.

Штрихкодирование – технология автоматизированного сбора данных, позволяющая закодировать в штрихкоде различные параметры и характеристики объекта. Штрихкод, считываемый сканером, служит основой информационной составляющей процессов, связанных с движением промаркированных объектов*. Системы штрихко-

* Кадушин А., Михайлов Н. Эффект окисления [Электронный ресурс] // Директор информационной службы. – 2001. – № 7. – URL: <http://www.osp.ru/cio/2001/07/171840.html> (дата обращения: 05.03.2017).

дирования внедряются для достижения целей повышения прозрачности, оперативности управленческого учета. Посредством штрихкодирования уменьшается временной разрыв между событием изменения состояния товарно-материальной ценности и событием ввода информации об этом изменении в корпоративную информационную систему. Под изменением состояния товарно-материальной ценности (далее – ТМЦ) будем понимать оприходование материалов, полуфабрикатов, выдачу ТМЦ на производство, оприходование и списание ТМЦ на участках производства, списание в брак и др.

Использование штрихкодирования на производстве также повышает точность данных о товарно-материальных запасах, позволяя оптимизировать запасы, дает возможность отслеживать производственный процесс на этапах, увеличивает прозрачность зарплатных расчетов при сдельной оплате труда. Еще одно важное преимущество использования штрихкодирования – повышение качества выпускаемого продукта за счет возможности отслеживания перемещения качественных и забракованных полуфабрикатов на протяжении всей технологической цепочки. Таким образом, штрихкодирование косвенно снижает производственные издержки, увеличивая прибыль предприятия.

Штрихкодирование обладает целым перечнем положительных качеств для производственных предприятий, но предприятия воздерживаются от его внедрения из-за существенных проблем внедрения и использования.

Приведем основные проблемы штрихкодирования, классифицируя их в три класса.

В первый класс вошли проблемы, связанные с внутренним состоянием предприятия. При внедрении штрихкодирования пользователи ощущают психологический барьер, так как необходимо осваивать мобильное приложение, нести ответственность за введенную в систему информацию. Эту проблему можно частично избежать путем проведения тренингов, обучающих лекций для персонала, сопровождать процесс внедрения консультациями инженеров системы. Также к первому классу относится проблема необходимости реинжиниринга бизнес-процессов предприятия, например, сокращения должности «оператор ПК» и перенесения ответственности за ввод данных на рабочих, кладовщиков. Необходимость реинжиниринга может возникнуть в случае, когда предприятие внедряет коробочный

продукт, а не разрабатывает собственный. Качественно проведенное предпроектное обследование позволит выбрать или разработать продукт, максимально отвечающий требованиям существующих бизнес-процессов предприятия.

Следует отметить, что внедрение штрихкодирования на производстве имеет отличительную особенность – внедрение происходит поэтапно, начиная с первого этапа производства, постепенно переходя на следующие этапы по технологической цепочке. Это связано с тем, что происходит физическая передача штрихкода по производственным участкам, на каждом этапе печатается свой уникальный штрихкод, отражающий основные характеристики выпускаемого полуфабриката.

Во второй класс вошли технические проблемы. В целом технические проблемы – это проблемы ввода, хранения, структурирования данных в системе. К техническим проблемам ввода относится низкое качество интернет-соединения, «вылетающее» приложение, приводящие к утери информации. Некоторые особенности неверного использования мобильного приложения или устройства также могут привести к вводу некорректной информации или утере информации. Персонал предприятия должен получить исчерпывающий инструктаж по использованию штрихкодирования, чтобы избежать описанной проблемы. Ко второму классу проблем относится проблема необходимости модифицирования данных в корпоративной информационной системе. Например, ранее создателем записи был оператор ПК, а с введением штрихкодирования создателем может стать рабочий. Могут измениться правила нумерации партий, различных характеристик, примечаний. Соответственно, меняются процессы обработки хранимой информации.

В третий класс вошли проблемы, связанные с технологическими особенностями производства. Введение штрихкодирования подразумевает выделение на производстве рабочих мест, где можно поставить мобильное устройство, принтер, необходимую справочную документацию. Организационная задача – предусмотреть удобство и практичность использования атрибутов штрихкодирования. Необходимо выбрать наилучший способ крепления штрихкода, который бы обеспечил сохранность ярлыка до передачи на следующий этап производственной цепочки. Утеря ярлыка повлечет дополнительные трудозатраты на его восстановление, возникнет риск перепутать

ярлыки. Проект штрихкодирования должен учитывать возможность печати множества идентичных ярлыков для производств, где выпускается однообразная продукция.

Внедрение штрихкодирования – это сложный, многозадачный, трудоемкий, поэтапный процесс, требующий тщательного предпроектного обследования, выбора оптимальной системы штрихкодирования. Проведение мероприятий по устранению проблем штрихкодирования способно снизить издержки предприятия, увеличить прибыль, обеспечить психологический комфорт персонала на этапе адаптации к штрихкодированию.

Сведения об авторах

Плешкова Ирина Олеговна – студентка Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики», г. Пермь, e-mail: io.pleshkova@yandex.ru.

Кушев Вадим Олегович – кандидат педагогических наук, доцент кафедры «Информационные технологии в бизнесе» Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики», г. Пермь, e-mail: vkushev@hse.ru.

А.И. Еловигов, О.В. Гончаровский

МАЖОРИТИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВ НА ПРОГРАММИРУЕМОЙ ЛОГИКЕ

В данной статье рассмотрен вариант решения задачи синхронизации данных в элементе голосования при обеспечении отказоустойчивости устройств с помощью мажоритарного резервирования. Выбран наиболее надежный вариант реализации схемы и приведено детальное описание ее работы.

Ключевые слова: мажоритирование, синхронный автомат, программируемая логика, FPGA, CDC, VHDL.

A.I. Elovikov, O.V. Goncharovskiy

MAJORING DEVICES ON THE PROGRAMMABLE LOGIC

In this article, we consider a solution to the problems associated with providing a majority reservation. The chosen most reliable variant of the scheme execution and a detailed description of its operation is given.

Keywords: majorization, synchronous automatic machine, programmable logic, FPGA, CDC, VHDL.

Отказоустойчивость устройств на основе радиоэлектронных компонентов часто обеспечивается с помощью мажоритарного резервирования (Triple Modular Redundancy, TMR). Для устройств на программируемой логике (FPGA) оно является общим методом повышения защиты от воздействия заряженных частиц, таких как тяжелые ионы или протоны, которые вызывают ионизацию кремниевой подложки FPGA. На функциональном уровне представления такое воздействие может вызывать изменение состояния ячеек конфигурационной памяти, ячеек блоков оперативной памяти (RAM BLOCK), триггеров конфигурируемых логических блоков (CLB DFF), оперативной памяти таблиц соответствия (LUTRAM), а также просто кратковременные изменения значения сигналов логических элементов.

Реализация TMR в рамках одной FPGA не всегда может быть выполнена из-за ограниченности ресурсов программируемой логики. Реализация TMR из нескольких элементов FPGA требует решения задачи синхронизации данных в элементе голосования, так как избыточные

компоненты имеют собственные тактовые генераторы. В работе представлен вариант решения этой задачи.

Наиболее надежным вариантом уменьшения влияния неисправностей на работу цифрового узла является его реализация в виде мажоритарной схемы из нескольких одинаковых рабочих узлов (три или более) с отдельным высоконадежным узлом голосования. Все участвующие в голосовании рабочие узлы и узел голосования тактируются каждый от своего генератора (номинальные значения частот всех генераторов равны между собой). Поэтому в каждый момент времени выходы этих узлов могут отличаться как из-за несинфазной работы тактовых генераторов, так и из-за флуктуации их частот относительно номинального значения. Узел голосования для принятия верного решения должен, следовательно, обеспечивать синхронизацию данных, поступающих от нескольких узлов. Рассмотрим вариант реализации мажоритарной схемы на программируемой логике, когда узлы представляют собой синхронные автоматы.

Рабочий узел должен формировать выходной сигнал f , индицирующий начальное состояние (начало рабочего цикла). На рис. 1 приведен пример такой схемы тройного резервирования (U1, U2, U3 и U4 – узел голосования) с четырьмя доменами синхронизации (clock, clock1, clock2, clock3).

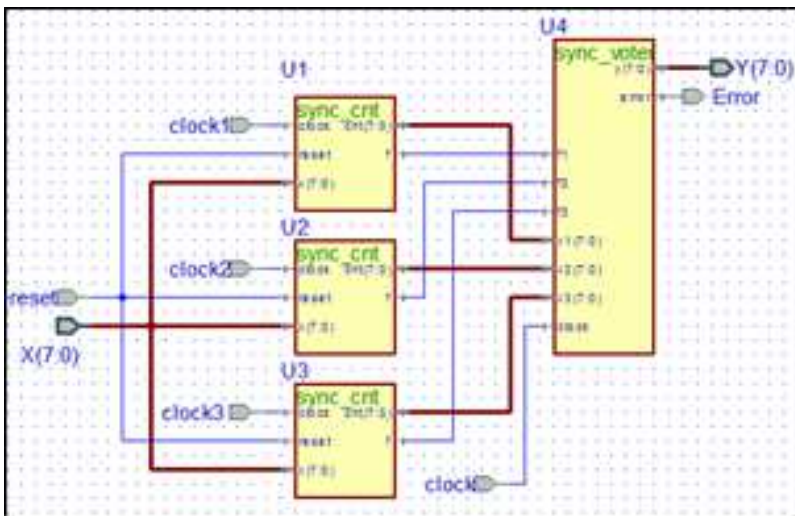


Рис. 1. Пример схемы мажоритирования

Техника создания проекта с несколькими доменами синхронизации получила название CDC (Clock Domain Crossing)*. Она связана с метастабильностью данных и асинхронностью тактовых сигналов.

Метастабильность относится к сигналу, который в течение некоторого времени не может принять устойчивое значение 0 или 1. Метастабильность не может быть уничтожена, но ее негативный эффект может быть нейтрализован.

Синхронизацию в домене называют привязкой (retiming) входного сигнала к тактовой частоте домена, т.е. все изменения этого сигнала в домене будут происходить по фронту или срезу тактового сигнала домена, а не родительского тактового сигнала.

В узле голосования сначала выполняется привязка всех входных сигналов X и f к тактовой частоте clock, а затем компенсация несинфазности сигналов X с целью их последующего сравнения. Для этого каждый из входных сигналов X записывается в свою память магазинного типа.

Каждой такой памяти сопоставлен счетчик pnt, устанавливаемый в 0 при наличии сигнала f , а иначе увеличивающийся на 1 по модулю $N + 1$, где N номер последней ячейки памяти. Таким образом, pnt индицирует место хранения входного сигнала, соответствующего f . Магазинной памяти сопоставлен также регистр ind, принимающий значение pnt всякий раз, когда приходит тот или иной сигнал f , следовательно, в ind сохраняются номера ячеек памяти, которые содержат данные для сравнения.

На рис. 2 проиллюстрировано состояние магазинной памяти в текущий момент времени при тройном резервировании: на первом канале фиксируется сигналы f и X_0 , а на остальных двух – X_2 и X_5 .

Индексы носят условный характер, представляя значения выходов рабочих узлов относительно их начальных состояний.

В ActivHDL был реализован проект на VHDL мажоритарной схемы с четырьмя доменами синхронизации.

* Clifford E. Cummings. Clock Domain Crossing (CDC) Design & Verification Techniques Using SystemVerilog. SNUG Boston 2008, Rev 1.0, p. 56.

В качестве рабочего узла был взят синхронный 8-разрядный двоичный счетчик с асинхронным сбросом (сигнал reset) в начальное состояние 11111111.

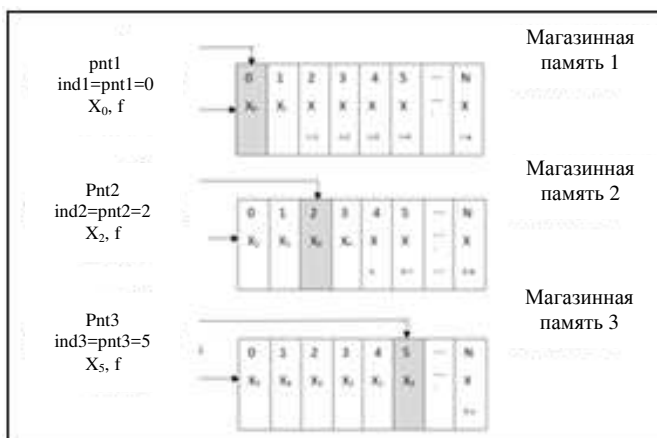


Рис. 2. Состояние магазинной памяти узла голосования мажоритарной схемы

В процессе моделирования выполнялись изменения частот тактовых синхросигналов в пределах заданных номинальных значений. Моделирование подтвердило правильность принятых решений.

Сведения об авторах

Еловиков Алексей Ильич – магистрант Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. АТ6-16-1м, г. Пермь, e-mail: lex_elovikov@mail.ru.

Гончаровский Олег Владленович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматика и телемеханика» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: 35911953@mail.ru.

А.С. Никитин, Р.В. Вихорев, А.Ю. Скорнякова

ОПТИМИЗАЦИЯ ЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПЛИС НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО ВЕНГЕРСКОГО МЕТОДА

В данной статье получены оценки сложности конфигурируемых логических элементов, реализующих системы функций. Анализируются и сравниваются варианты реализации элементов. Для выбора оптимального набора элементов для различных параметров систем логических функций предлагается модификация венгерского метода реализации.

Ключевые слова: логические элементы, системы логических функций, оценки сложности, оптимизация, венгерский метод.

A.S. Nikitin, R.V. Vikhorev, A.Yu. Skornyakova

OPTIMIZATION OF LOGIC ELEMENTS OF A FPGA BASED ON MODIFIED HUNGARIAN METHOD

In this article estimated complexity of the configurable logic elements that implement system functions. Analyzes and compares the variants of realization of the elements. To select the optimal set of items for the various parameters of systems of boolean functions proposed modification of the Hungarian method.

Keywords: logic gates, logic functions, evaluation of complexity, optimization, Hungarian method.

В программируемых логических интегральных схемах (ПЛИС, FPGA) широко используются конфигурируемые логические элементы [1]. Основой таких элементов является устройство, называемое в англоязычной литературе LUT (Look Up Table), так как оно реализует задаваемую (загружаемую) таблицу истинности логической функции. Классическое значение количества переменных $n = 4$. В настоящее время в так называемых адаптивных логических модулях (АЛМ) реализованы LUT с изменяемой разрядностью до 6 переменных, в том числе имеется возможность реализации некоторых логических функций 7 и даже 8 переменных [2]. Функции реализуются в совершенной дизъюнктивной нормальной форме (СДНФ). Существующие принципы реализации систем m логических функций от одних n переменных предполагают использование m LUT. В статье

рассматриваются оценки сложности предложенных конфигурируемых логических элементов, реализующих системы функций в СДНФ и в ДНФ, в том числе ориентированных на самосинхронные схемы (ССС) [3]. Предлагается подход к выбору оптимального набора логических элементов с использованием венгерского метода.

Оценка сложности логических элементов LUT-ST. Для использования в СССР предложен LUT-ST [5]. В этом случае сложность LUT возрастает:

$$\begin{aligned}
 L_{n,k,ST} = & 2 \cdot \{2^{[n]} \cdot 8 + (2^{[k]+1} + 6[k]) \cdot \sum_{i=1}^{\left\lceil \frac{[n]}{[k]} \right\rceil} 2^{[n]-[i]\cdot[k]} + \\
 & + \left(2^{\left\lceil \frac{[n]}{[k]} \right\rceil \cdot [k]+1} + 6 \cdot \left([n] - \left\lceil \frac{[n]}{[k]} \right\rceil \cdot [k] \right) \right) + 6[n] + 2 \cdot [n] \} + 2 \cdot \sum_{i=1}^{\left\lceil \frac{[n]}{[k]} \right\rceil} 2^{[n]-[i]\cdot[k]} + \\
 & + 2 \cdot \left[\left\lceil \frac{[n]}{[k]} \right\rceil - \left\lceil \frac{[n]}{[k]} \right\rceil \right].
 \end{aligned} \quad (1)$$

Оценка сложности логических элементов DC-LUT-ST, ДНФ-LUT-ST. Для реализации систем функций в СДНФ предложен DC-LUT [6]. Для СССР с учётом сложности m блоков реализации функций с соответствующей настройкой получаем сложность DC-LUT-ST:

$$\begin{aligned}
 L_{dc,n,k,ST}^m = & 2 \cdot \{2^{[n]} \cdot 8 + (2^{[k]+1} + 6[k]) \cdot \sum_{i=1}^{\left\lceil \frac{[n]}{[k]} \right\rceil} 2^{[n]-[i]\cdot[k]} + \\
 & + \left(2^{\left\lceil \frac{[n]}{[k]} \right\rceil \cdot [k]+1} + 6 \cdot \left([n] - \left\lceil \frac{[n]}{[k]} \right\rceil \cdot [k] \right) \right) + 6[n] + 2 \cdot [n] \} + 2 \cdot \sum_{i=1}^{\left\lceil \frac{[n]}{[k]} \right\rceil} 2^{[n]-[i]\cdot[k]} + \\
 & + 2 \cdot \left[\left\lceil \frac{[n]}{[k]} \right\rceil - \left\lceil \frac{[n]}{[k]} \right\rceil + \sum_{j=1}^{[n]} 2^j + 6m(2^n + 2) \right],
 \end{aligned} \quad (2)$$

где $6m(2^n + 2)$ – сложности m блоков реализации функций.

Для реализации систем функций в ДНФ предложен ДНФ-LUT [7]. При использовании ДНФ-LUT получаем сложность в количестве транзисторов:

$$L_{dnf} = [k] \cdot \left(20[n] + 2 \cdot \left\lceil \frac{n}{2} \right\rceil \right) + 6 \cdot [m]([k] + 2) + 6[n], \quad (3)$$

где $[k] \cdot (20[n] + 2 \cdot \left\lceil \frac{n}{2} \right\rceil)$ – учитывает сложность реализации k настраиваемых конъюнкций; $2 \cdot \left\lceil \frac{n}{2} \right\rceil$ – учитывает сложность инверторов

в блоке конъюнкций, в том числе для удовлетворения ограничения Мида–Конвей [4] в блоках конъюнкций; $6 \cdot [m]([k] + 2)$ – сложность m блоков функций от k конъюнкций (реализация монтажного И); $6[n]$ – сложность инверторов по n переменным (два на неинверсный вход, один на инверсный). Тогда сложность ДНФ-LUT-ST без Γ триггеров определяется выражением:

$$L_{\text{dnf-st}} = 2 \cdot \left\{ [k] \cdot \left(20[n] + 2 \cdot \left\lceil \frac{n}{2} \right\rceil \right) + 6 \cdot [m]([k] + 2) + 4[n] \right\}, \quad (4)$$

где $4[n]$ учитывает инверторы по n парафазным переменным (один на каждый вход, $2[n]$) и цепочку спейсера – один транзистор на каждый парафазный вход, всего $2[n]$.

Оптимизация с использованием венгерского метода. Предлагается использовать известный венгерский метод оптимизации (Hungarian algorithm, Hungarian method) [1, 2] итеративно – для получения нескольких назначений по параметрам логических элементов и систем логических функций так, чтобы из частичных решений в дальнейшем построить глобальную таблицу назначений и получить глобальные назначения, которые и описывают требуемый результат выбора. Модификация метода предполагает вначале получение оценок по выражениям сложности (10, 9, 8, 4, 3, 2) и/или времени (3, 7) для заданных параметров системы функций. Для учёта возможности покрытия одним типом устройства нескольких систем возможно использовать повторение строки матрицы. Предлагаемый алгоритм выбора конфигурируемых логических элементов, реализующих системы функций с использованием венгерского метода, изображён на рис. 1. В качестве вариантов реализации систем логических функций можно рассмотреть:

- 1) LUT по числу требуемых функций в системе;
- 2) DC LUT на заданное максимальное число функций;
- 3) ДНФ-LUT на заданное максимальное число конъюнкций и функций;
- 4) варианты комбинирования 1–3. Получим матрицу назначений W следующим образом: каждой строке соответствует вектор, отображающий количество каждой из формул, принимающих участие в расчёте.

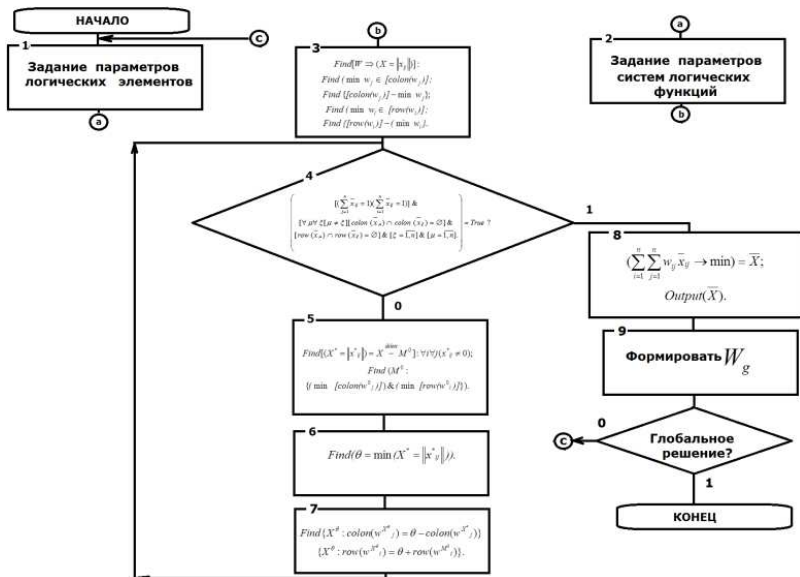


Рис. 1. Алгоритм выбора конфигурируемых логических элементов, реализующих системы функций с использованием венгерского метода

Так, вектору для первой строки (10,0,0,0) соответствует сумма из десяти первых формул, вектору для второй строки (0,10,0,0) – сумма десяти вторых формул, вектору для третьей строки (0,0,0,10) – сумма десяти третьих формул, вектору для четвёртой строки (3,3,4,0) – сумма трёх первых, трёх вторых и четырёх третьих формул. При этом каждому столбцу матрицы назначений W соответствует аргументы m , k и n . Пример результатов расчёта представлен на рис. 2.

	m = 6 k = 4 n = 2	m = 2 k = 3 n = 3	m = 4 k = 2 n = 5	m = 10 k = 1 n = 6
(10,0,0,0)				
(0,10,0,0)				
(0,0,10,0)				
(3,3,4,0)				

Рис. 2. Пример результатов расчёта

Заключение. Расчёты показывают, что предлагаемый DC LUT FPGA предпочтительнее по аппаратным затратам, чем известный LUT уже при количестве функций $m = 8$ для числа переменных $n = 4$. Предлагаемый логический элемент ПЛИС – ДНФ FPGA на основе ДНФ по сравнению с ЛЕ-СДНФ выигрывает при переходе к восьми-разрядным функциям (для $n = k = m$). При этом существующий ЛЕ не может реализовать даже 32-разрядные функции, а предлагаемый имеет приемлемые затраты даже для 64-разрядных функций. Причём быстродействие предлагаемого варианта так же, как и известного, определяемого в основном длиной цепочки передающих транзисторов n , определяется цепочкой транзисторов в блоках программируемых конъюнкций – это тоже n , а цепочки в блоках программируемых функций содержат всего один транзистор. В дальнейшем целесообразно использовать средние характеристики затрат w на реализацию различных систем логических функций, полученных путём анализа типовых проектов, загружаемых в ПЛИС.

Библиографический список

1. Строгонов А., Цыбин С. Программируемая коммутация ПЛИС: взгляд изнутри [Электронный ресурс]. – URL: http://www.kite.ru/articles/plis/2010_11_56.php (дата обращения: 13.03.2017.)
2. Золотуха Р., Комолов Д. Stratix III – новое семейство FPGA фирмы Altera [Электронный ресурс]. – URL: http://kite.ru/assets/files/pdf/2006_12_30.pdf (дата обращения: 14.03.2017).
3. Библиотека элементов для проектирования самосинхронных полузаказных микросхем серий 5503/5507 и 5508/5509 / Ю.А. Степченко, А.Н. Денисов, Ю.Г. Дьяченко, Ф.И. Гринфельд, О.П. Филимоненко, Н.В. Морозов, Д.Ю. Степченко. – М.: Изд-во ИПИ РАН, 2014. – С. 150–151.
4. Ульман Дж. Д. Вычислительные аспекты СБИС: пер. с англ.: А.В. Неймана / под ред. П.П. Пархоменко. – М.: Радио и связь, 1990. – 480 с.
5. Программируемое логическое устройство: пат. № 2601145 Рос. Федерация / С.Ф. Тюрин, А.Н. Каменских, А.Ю. Плотникова; опубли. 27.10.2016. Бюл. № 30.

6. Программируемое логическое устройство: пат. №2573732 Рос. Федерация / С.Ф. Тюрин, Р.В. Вихорев; опубл. 27.01.2016. Бюл. № 3.

7. Программируемое логическое устройство: пат. №2544750 Рос. Федерация / С.Ф. Тюрин; опубл. 20.03.2015. Бюл. № 8.

8. Harold W. Kuhn. The Hungarian Method for the assignment problem // Naval Research Logistics Quarterly. – 1955. – Vol. 2. – P. 83–97. DOI: 10.1002/nav.3800020109

9. Hungarian algorithm [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.hungarianalgorithm.com/solve.php> (дата обращения: 02.02.2017).

Сведения об авторах

Никитин Алексей Сергеевич – студент Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. КОБ-15-1с, г. Пермь, e-mail: siriousbiz@yandex.ru.

Вихорев Руслан Владимирович – аспирант Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: vihrusvla@mail.ru.

Скорнякова Александра Юрьевна – аспирантка Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: juris-plot@mail.ru.

М.А. Братчиков, С.А. Власов

**АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ СОЗДАНИЕ УЧЕТНЫХ ЗАПИСЕЙ
ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ НА СЕРВЕРЕ ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ
ПОД УПРАВЛЕНИЕМ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ
WINDOWS SERVER**

В данной статье предложен метод автоматизированного создания учетных записей пользователей с помощью языков программирования Visual Basic Application и Power Shell. Представлено краткое описание структуры работы программы. Приведены основные проблемы при разработке и создании учетных записей. Составлена блок-схема основных этапов создания учетных записей пользователей.

Ключевые слова: системное администрирование, локальная вычислительная сеть, сервер, база данных, персональная учетная запись.

M.A. Bratchikov, S.A. Vlasov

**CREATION OF USER ACCOUNT ON SERVER IN THE LOCAL
NETWORK UNDER MANAGEMENT OF WINDOWS
OPERATING SYSTEM**

This article offers a method for automating the creation of user accounts using the Visual Basic Application and Power Shell programming languages. A brief description of the structure of the program is presented. The main problems in the development and creation of accounts are given. A block diagram of the main stages of creating user accounts is made.

Keywords: System administration, local computing network, server, database, Personal account.

Для работы в локальной вычислительной сети любой организации требуется разграничение прав пользователей. Для этого каждому пользователю локальной сети требуется персональная учетная запись. Создание и настройка персональной учетной записи – достаточно трудоемкий и затратный по времени процесс, особенно когда требуется создать не одну, а несколько десятков учетных записей.

В университете на любой кафедре с компьютерными классами данная проблема возникает ежегодно, когда требуется создать каждому студенту персональную учетную запись, для работы в компью-

терном классе. Для упрощения, ускорения, а также для исключения ошибок при создании учетных записей требуется автоматизация этой процедуры [1].

Процесс автоматизированного создания персональных учетных записей проводился на сервере локальной сети под управлением операционной системы Windows Server 2012 [2].

Весь процесс автоматизированного создания персональных учетных записей отталкивается от полученного списка со студентами из базы данных университета, в формате *.xls (рис. 1).

	A	B	C	D
1	Учебная группа	Фамилия	Имя	Отчество
2	АТП -Х1	ИВАНОВ	ИВАН	ИВАНОВИЧ
3	АТП -Х1	ПЕТРОВ	ПЕТР	ПЕТРОВИЧ
4	...	...	...	...
5	АТП -Х2	ФРОЛОВ	ФРОЛ	ФРОЛОВИЧ
6	...	...	...	...
7	АТП -Х3	АЛЕКСАНДРОВ	АЛЕКСАНДР	АЛЕКСАНДРОВИЧ

Рис. 1. Список студентов

Процесс создания и настройки персональной учетной записи в операционной системе Windows Server 2012 подразумевает следующее:

1. Создание новых групп пользователей (соответственно названиям учебных групп) с помощью оснастки «Active Directory» с формированием соответствующей группы безопасности;
2. Создание ограничения группам пользователей с помощью службы «Управление групповыми политиками»;
3. Создание личных и групповых сетевых хранилищ на жестком диске сервера с разграничением прав доступа NTFS;
4. Создание ограничений на использование дискового пространства пользователями с помощью дисковых квот;
5. Создание и назначение каждому пользователю сценария входа в систему с целью подключения сетевых дисков с личными и групповыми сетевыми хранилищами.

Специально для автоматизирования таких операций в операционных системах Windows предусмотрена оболочка командной строки Windows PowerShell. Для создания списка пользователей в формате, понятном для командной строки PowerShell, используется язык программирования Visual Basic Application (VBA), содержащийся в офисном продукте Excel. Для удобства, программа разделена на отдельные функциональные блоки. Каждый такой блок будет выполнять определенную функцию [3].

Блок № 1. «Копирование данных». В данном блоке используется список, поступающий на кафедру после зачисления студента. Выполняются простые действия: открывается полученный список и копируется нужный диапазон с заполненными ячейками на лист 1 новой рабочей книги.

Блок № 2. «Основное действие». В данном блоке осуществляются основные действия с полученным списком. Выполняется генерация имени пользователя за счет транслитерации фамилии и инициалов. Выполняется генерация пароля из случайного набора цифр и букв. Осуществляется преобразование списка с заполнением необходимых полей (Имя пользователя; Транслитерация имени; Логин учетной записи; Пароль; Группа) (рис. 2).

	A	B	C	D	E	F
1	Surname	Name	SamAccountName	Password	Department	ScriptPath
2	Иванов И.И.	IvanovII	IvanovII	861Z5p5s	atpx1	atpx1
3	Петров П.П.	PetrovPP	PetrovPP	0mDWkz3o	atpx1	atpx1
4	...	...	...	...	...	...
5	Фролов Ф.Ф.	FrolovFF	FrolovFF	e3FvJm13	atpx2	atpx2
6	...	...	...	...	...	...
7	Александров А.А.	AleksandrovAA	AleksandrovAA	0X0Jf0Q7	atpx3	atpx3

Рис. 2. Результат выполнения блока 2

Блок № 3. «Создание файлов сценариев для подключения сетевых дисков». Если пользователь зайдет в свою учетную запись, то необходимо подключить все диски, которые необходимы ему для работы. Для этого необходимо создать файл сценария для подключения личного сетевого диска, сетевого диска конкретной группы и общего для всех сетевого диска (рис. 3).



Рис. 3. Подключенные сетевые диски

Блок № 4. «Сохранение результата». Для окончательного завершения процесса обработки полученного списка необходимо сохранить его в текстовом формате, предназначенном для представления табличных данных (*.csv). После выполнения данного блока программа предложит сохранить полученный результат (рис. 4).

atp.csv - Microsoft Excel

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Surname,Name, Sam	AccountName,Password,Department,ScriptPath,										
2	Иванов И.И.,IvanovI,IvanovI,861Z5p55,atpx1,atpx1,											
3	Петров П.П.,PetrovPP,PetrovPP,0mDWk3o,atpx1,atpx1,											
4												
5	Фролов Ф.Ф.,FrolovFF,FrolovFF,e3Fvj m13,atpx2,atpx2,											
6												
7	Александров А.А,AleksandrovAA,AleksandrovAA,0X0Jf0Q7,atpx3,atpx3,											

Рис. 4. Результат выполнения блока 4

После того как подготовленный список со студентами создан, приступаем к работе с PowerShell [4]. Блок-схема алгоритма в PowerShell показана на рис. 5.

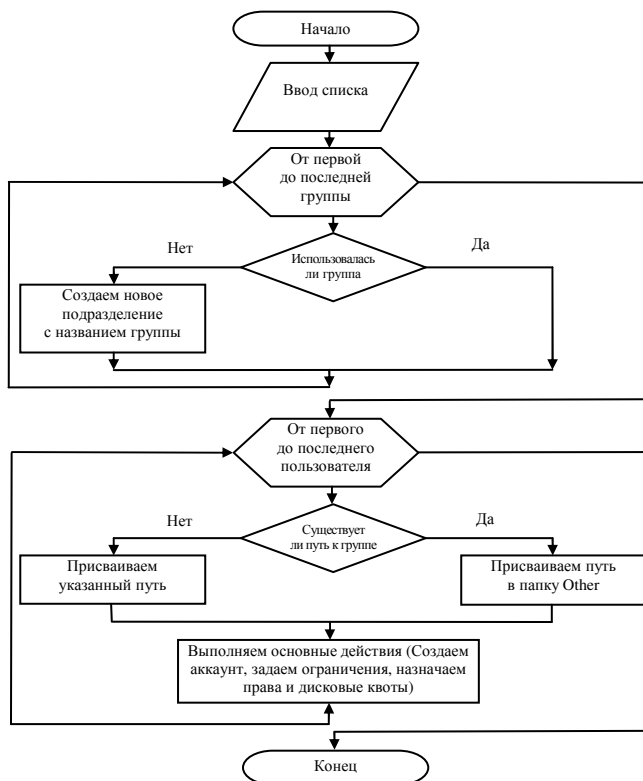


Рис. 5. Блок-схема алгоритма в PowerShell

После выполнения программы остается убедиться, что пользователь сможет войти на сервер под только что созданной учетной записью. Структурная схема процесса автоматизированного создания учетных записей представлена на рис. 6.

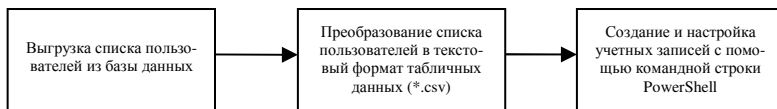


Рис. 6. Структурная схема процесса автоматизированного создания учетных записей

Таким образом, после автоматизирования данного процесса время выполнения всех поставленных операций уменьшается с нескольких дней до нескольких минут.

Библиографический список

1. Линн С. Администрирование Microsoft Windows Server 2012. – СПб: Питер: Бестселлеры О’Reilly, 2014. – 304 с.
2. Минаси М., Грин К., Бус К. Полное руководство Windows Server 2012 R2: в 2 т. – Киев: Диалектика, 2015. – 908 с.
3. Гарбер Г.З. Основы программирования на Visual Basic и VBA в Excel 2007. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2008. – 192 с.
4. Попов А.В. Введение в Windows PowerShell. – СПб.: БХВ-Петербург, 2009. – 464 с.

Сведения об авторах

Братчиков Максим Александрович – студент Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. АХТП-14-1пб, г. Пермь, e-mail: maks-a-96@mail.ru.

Власов Сергей Алексеевич – аспирант кафедры «Автоматизация технологических процессов» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: sergey-vlas@rambler.ru.

А.Б. Казиев, С.Г. Небаба

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АППАРАТА СВЁРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ЗАДАЧЕ ОБНАРУЖЕНИЯ РАЗМЫТЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ЛИЦ

В работе исследуется возможность разработки алгоритма решения специфичной задачи обнаружения размытых изображений лиц при помощи аппарата свёрточных нейронных сетей. Алгоритм должен обладать достаточной точностью и быстродействием для использования в практических приложениях. Исследуется сравнительная эффективность использования исходного изображения, модульных и фазовых составляющих гармоник частотного спектра исходного изображения в качестве входного вектора признаков.

Ключевые слова: нейронные сети, система распознавания лиц, изображение.

A.B. Kaziev, S.G. Nebaba

USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS FOR BLURRED FACE IMAGES DETECTION

The authors of the paper study the effectiveness of using convolutional neural networks for solving a specific problem of detecting blurred face with enough robustness and efficiency to be used in practical applications. The comparative efficiency of using images or modular/phase components of the frequency spectrum of images as an input vector is studied.

Keywords: Neural networks, face recognition system, image.

Введение. Задачи, которые ставятся перед современными системами видеонаблюдения в составе систем распознавания лиц, предполагают работу в сложных условиях, из-за чего входные изображения подвержены искажениям различного рода. Одним из наиболее частых искажений является размытие в движении или в результате расфокусировки. Такие изображения теряют значительную часть высокочастотной информации и становятся непригодными для дальнейшей обработки распознавателем, так как вероятность правильной классификации лица начинает стремиться к нулю. Имеет смысл отбраковывать такие изображения на этапе между детектированием и распознаванием с целью снижения нагрузки и уменьшения количества ложноположительных срабатываний распознавателя.

Задача обнаружения размытых изображений относится к категории задач неэталонной оценки качества изображений, специфических по отношению к искажению размытия. Термин «неэталонный» подразумевает отсутствие изображения идеального качества без искажения размытия, которое соответствовало бы исходному изображению, подверженному размытию [1]. Среди работ в данной области можно привести методы, использующие байесовский классификатор, построенный на статистических параметрах градиента исходного изображения, таких как среднее значение и стандартное отклонение интенсивностей пикселей, которые обычно значительно отличаются для изображений с низкой и высокой степенью размытия [2]. В некоторых работах применяется алгоритм деконволюции, направленный на выделение ядра свёртки искажения размытия и его применение в попытке устранить искажение размытия [3, 4]. Одним из наиболее распространённых подходов является анализ частотного спектра изображений путём вычисления и оценки относительно порогового значения совокупной интенсивности его высокочастотных компонентов [5]. Следует отметить, что данные методы направлены на оценку размытости изображений в общем случае, и данные об их эффективности по отношению к специфической задаче оценки размытости изображений лиц отсутствуют.

Постановка задачи. Было выдвинуто предположение, что аппарат свёрточных нейронных сетей (СНС) покажет высокую эффективность в решении поставленной задачи. Предпосылками к этому предположению являются качественные преимущества СНС, такие как:

1. Использование СНС механизма разделяемых весов, что значительно уменьшает количество параметров по сравнению с прочими моделями классификаторов и ускоряет работу.

2. Совмещение СНС функций классификатора с функцией выделения признаков путём получения фильтров свёртки в процессе обучения СНС. При помощи данных фильтров могут быть выделены оптимальные наборы признаков, сформулировать которые иным способом было бы невозможно или затруднительно. Данные наборы признаков также эффективно аппроксимируют структурную информацию, содержащуюся в изображении (т.е. любую информацию, касающуюся взаимного расположения признаков в пространстве изображения) [6].

Таким образом, была поставлена задача исследовать возможность разработки алгоритма обнаружения изображений лиц с недопустимо высокой степенью размытия, который был бы основан на использовании свёрточных нейронных сетей (СНС) и показывал бы достаточно высокую точность при практическом применении.

Варианты входного вектора признаков. Были рассмотрены три варианта информации, содержащейся в изображениях, для использования в качестве входного вектора признаков:

- 1) исходное изображение;
- 2) модульные составляющие частотного спектра исходного изображения. Для получения частотного спектра применялось дискретное преобразование Фурье;
- 3) фазовые составляющие гармоник частотного спектра исходного изображения.

Данные частотного спектра были использованы в качестве вариантов входного вектора признаков, исходя из предположения о возможности СНС эффективно выделить наборы признаков и структурную информацию об их взаимном расположении из частотного спектра, представленного в виде двумерного изображения.

Была получена и рассортирована собственная выборка изображений, состоящая из 35 тысяч изображений с высокой степенью размытия и 75 тысяч изображений с низкой степенью размытия разрешением 183×183 пикселя. Изображения этой выборки были подвергнуты дискретному преобразованию Фурье для получения второй и третьей обучающих выборок. На рис. 1–3 приведены примеры изображений каждой из трёх выборок.

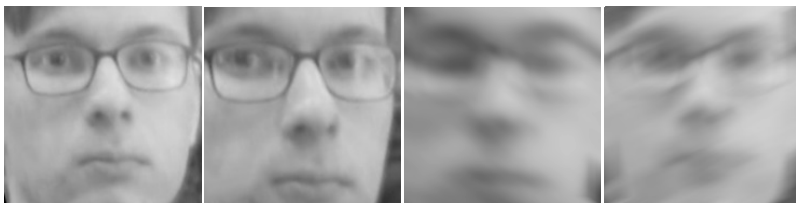


Рис. 1. Примеры изображений лиц без размытия (слева) и с высокой степенью размытия (справа) из выборки исходных изображений

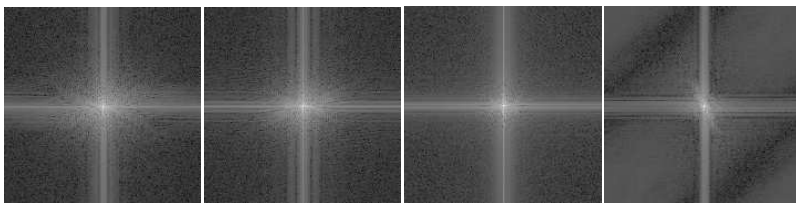


Рис. 2. Примеры изображений модульных составляющих частотного спектра изображений без размытия (слева) и с высокой степенью размытия (справа)

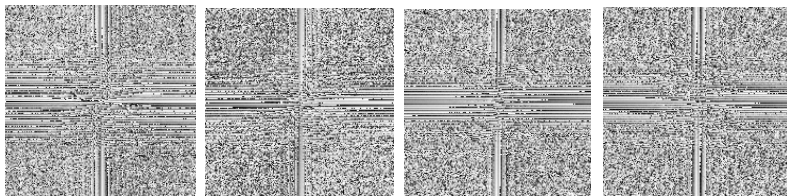


Рис. 3. Примеры изображений фазовых составляющих частотного спектра изображений без размытия (слева) и с высокой степенью размытия (справа)

Подбор параметров обучения СНС. С целью получения наилучшего результата на полученной обучающей выборке была осуществлена процедура подбора параметров обучения СНС. Для обучения использовался алгоритм Adam, являющийся одной из современных модификаций алгоритма обратного распространения ошибки для обучения СНС. Данный алгоритм не требует подбора большей части параметров, подбор которых необходим при использовании других модификаций алгоритма обратного распространения ошибки, так как предоставляет чёткие рекомендации по установлению их значения [7]. Эмпирическому подбору подвергались следующие параметры:

- начальная скорость обучения;
- параметр регуляризации (коэффициент редукции весов);
- предельное количество итераций обучения без значительного прогресса (внутренний параметр алгоритма Adam).

Для оценки эффективности работы одной конкретной СНС использовалось понятие точности классификации. Производилось тестирование на тестовой выборке, состоящей из разнообразных изображений обоих классов. Каждое изображение подвергалось классификации обученной СНС, после этого количество правильных классификаций делилось на их общее количество, давая значение точности классификации. Для того чтобы оценить эффективность обученной с определёнными параметрами СНС в общем случае, производились 10 процедур обучения, после чего вычислялись средняя точность классификации и стандартное отклонение для оценки стабильности получения данных результатов обучения. На основе полученных данных были сделаны выводы о наиболее оптимальных параметрах обучения СНС для каждого варианта входного вектора, представленные в табл. 1.

Таблица 1

Оптимальные параметры обучения СНС

Вектор признаков	Начальная скорость обучения	Параметр регуляризации	Предельное количество итераций без прогресса
Исходное изображение	$0,5 \cdot 10^{-2}$	$0,5 \cdot 10^{-5}$	1000
Модульные составляющие частотного спектра	$0,5 \cdot 10^{-2}$	$0,5 \cdot 10^{-4}$	1000
Фазовые составляющие частотного спектра	$0,5 \cdot 10^{-3}$	$0,5 \cdot 10^{-3}$	500

В табл. 2 приведены результаты обучения СНС с оптимальными параметрами для каждого варианта входного вектора признаков.

Таблица 2

Показатели эффективности СНС

Вектор признаков	Средняя точность, %	Максимальная точность, %	Стандартное отклонение точности
Исходное изображение	98,57	98,66	0,0006
Модульные составляющие частотного спектра	97,35	97,70	0,0022
Фазовые составляющие частотного спектра	89,03	89,85	0,0060

Исходя из полученных результатов, можно прийти к выводу о подтверждении предположения о высокой эффективности использования СНС для обнаружения размытых изображений лиц. При этом наиболее эффективным оказался подход, при котором в качестве вектора входных признаков использовалось исходное изображение лица, что говорит о высокой информативности признаков, содержащихся в данных специфичных изображениях для СНС с точки зрения оценки их размытости и последующей бинарной классификации. Данный подход показывает как наибольшую точность, так и наибольшую стабильность, т.е. вероятность высоких результатов обучения при использовании данного вектора признаков и подобранных параметров обучения.

Подход, при котором в качестве входного вектора признаков использовались модульные составляющие гармоник частотного спектра, показал меньшую эффективность относительно первого подхода. Наименее эффективным оказался третий подход, при котором использовались фазовые составляющие гармоник частотного спектра.

Библиографический список

1. Wang, Z., Bovik, A.C. Modern image quality assessment. Morgan and Claypool, San Rafael. – 2006. – Ch. 1. – P. 1–15.
2. Jaeseung Ko., Changick Kim. Low cost blur image detection and estimation for mobile devices // International Conference on Advanced Computing Technologies // 11th International Conference. – 2009. – Vol. 3. – P. 1605–1610.
3. Removing camera shake from a single photograph / R. Fergus, B. Singh, A. Hertzmann, S.T. Roweis, W.T. Freeman // ACM Trans. – 2006. – Vol. 25. – 787–794.
4. Jia J. Single image motion deblurring using transparency // IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR '07), Minneapolis, Minn, USA, June 2007. – 2007. – P. 1–8.
5. Kanjar De., Masilamani V. Image sharpness measure for blurred Images in frequency domain // Procedia Engineering. – 2013. – Vol. 64. – P. 149–158.
6. Krizhevsky A., Sutskever I., Hinton G.E. Imagenet classification with deep convolutional neural networks // Advances in neural information processing systems. – 2012. – P. 1097–1105.
7. Kingma P.D., Lei Ba J. Adam: a method for stochastic optimization // arXiv:1412.6980v9. – 2017.

Сведения об авторах

Казиев Александр Борисович – магистрант Национального исследовательского Томского политехнического университета, Института кибернетики, гр. 8ВМ5А, г. Томск, e-mail: kaziev_ab@mail.ru.

Небаба Степан Геннадьевич – аспирант, высококвалифицированный рабочий научно-учебной лаборатории 3D-моделирования ИК ТПУ Национального исследовательского Томского политехнического университета, Института кибернетики, г. Томск, e-mail: stepan-lfx@mail.ru.

И.А. Боброва, И.С. Полевщиков

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УЧЕТА УСПЕВАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ ВУЗА

В статье проанализированы недостатки существующего процесса учета успеваемости студентов вуза и приведено описание разрабатываемой автоматизированной системы, позволяющей преодолеть эти недостатки.

Ключевые слова: автоматизация учебного процесса, контроль знаний, умений и навыков, язык UML.

I.A. Bobrova, I.S. Polevshchikov

AUTOMATED SYSTEM FOR RECORDING STUDENTS' ACADEMIC PROGRESS

The article analyzes the shortcomings of the existing process of accounting for the progress of students of the university and describes the developed automated system that allows to overcome these shortcomings.

Keywords: automation of the educational process, control of knowledge and skills, UML.

Ведение учета успеваемости студентов на протяжении всего семестра является одной из составляющих деятельности преподавателя вуза. Обработка большого потока данных может вызвать затруднения, поэтому появляется необходимость создания автоматизированной системы учета успеваемости студентов, повышающей эффективность работы преподавателя [1].

Перечень основных задач преподавателя в рамках учета успеваемости студентов включает: составление списка группы; учет посещаемости занятий студентами; контроль знаний, умений и навыков (ЗУН) в течение семестра; подведение итогов успеваемости в семестре.

Учет успеваемости в ПНИПУ обладает рядом недостатков:

– существуют трудности с определением промежуточных результатов работы студента на протяжении семестра и подведением итогов по завершении семестра. Объясняется это применением тривиальных средств автоматизации или же ведением учета в бумажном виде, что требует от преподавателя больших временных затрат;

– не предусмотрена возможность проверки отдельных видов работ в дистанционном формате с возможностью хранить и просматривать в удобном систематизированном виде историю проверок отчетов;

– невозможно оперативно осуществлять анализ данных о результатах обучения по дисциплине за определенный промежуток времени: например, определять наиболее сложные в изучении темы, зависимость между посещаемостью и освоением дисциплины. На основании этих данных возможно совершенствование методики преподавания дисциплины.

Проведен обзор существующих информационных систем по учету успеваемости. В частности, разработана автоматизированная система бального контроля успеваемости студентов по дисциплине «Инженерная графика» [2], обеспечивающая: возможность реализации для любой дисциплины; усиление регулярного контроля над работой студентов при освоении ими программы по дисциплине; стимулирование повседневной систематической работы студентов; повышение мотивации студентов к освоению образовательных программ; усиление самоорганизации студентов, улучшение показателей посещаемости студентами занятий.

Также создана информационная система учета успеваемости студентов на основе облачных технологий [3] в виде электронного журнала учета посещаемости и успеваемости студентов по аналогии с обычным журналом преподавателя, в котором преподаватель отмечает посещаемость и ставит отметки о защите лабораторных работ или выполнения других заданий.

Данный журнал функционировал для двух академических групп студентов кафедры в течение семестра, по окончании которого был проведен опрос студентов, участвующих в эксперименте. Результаты опроса показали, что необходимо разработать рейтинговую систему, так как студенты хотели бы видеть количество набранных баллов, чтобы оценить, на какую оценку они претендуют и своевременно принять меры для исправления положения.

В первоначальной версии журнала созданы аккаунты для всех преподавателей, читающих дисциплины, и для академических групп (один на группу). Для каждого преподавателя открыт доступ к его дисциплинам с правом редактировать таблицы. Для каждой группы открыт доступ к папке группы и всем изучаемым группой дисциплинам с правом чтения.

Анализ существующих информационных систем по учету успеваемости показал, что имеющиеся системы не позволяют ликвидировать все перечисленные выше недостатки. Поэтому принято решение о разработке новой автоматизированной системы. Функциональные требования к этой системе в виде диаграммы вариантов использования языка UML [4] применительно к роли преподавателя представлены на рисунке.

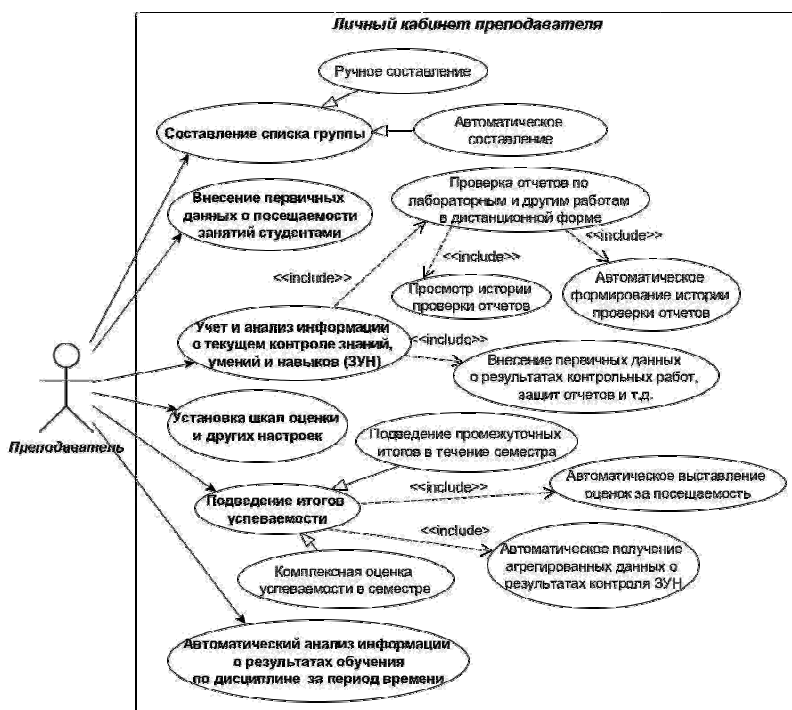


Рис. Личный кабинет преподавателя

В таблице представлено описание некоторых наиболее значимых вариантов использования из рисунка.

Также в системе предусмотрен личный кабинет студента, с помощью которого последним осуществляются просмотр первичных данных о посещаемости и контроле ЗУН, итогов успеваемости, загрузка отчетов на проверку преподавателю, просмотр истории проверки в удобной форме. Таким образом, процесс учета успеваемости

становится для студента более прозрачным. Предусмотрена роль старосты группы, который может вносить первичные данные о посещаемости, если преподаватель предоставил ему такую возможность в настройках системы.

Описание вариантов использования из рис. 1

Названия варианта	Описание
Составление списка группы	Предусмотрено как ручное составление списка группы (ввод данных самим преподавателем), так и автоматическое составление (выгрузка списка группы из базы данных вуза), позволяющее сократить временные затраты преподавателя
Внесение первичных данных о посещаемости занятий студентами	В течение семестра преподаватель вносит первичные данные о посещаемости: отдельные отметки о присутствии/отсутствии студента на различных видах занятий
Проверка отчетов по лабораторным и другим работам в дистанционной форме	Преподаватель в дистанционной форме проверяет отчеты по лабораторным, практическим и другим видам работ, предварительно загруженные студентом в систему. На основе проверки заносит перечень замечаний по отчету, принимает решение о допуске студента к защите отчета. Системой автоматически формируется история проверки отчетов для просмотра преподавателем в систематизированном виде, а также очередь отчетов на проверку в соответствии с установленным в настройках порядком проверки
Внесение первичных данных о результатах контрольных работ, защит отчетов и т.д.	В течение семестра, по результатам проверки уровня ЗУН студента, преподаватель вносит в систему первичные данные: отдельные оценки за контрольные работы, защиты отчетов и т.д.
Подведение итогов успеваемости	Предусмотрено подведение промежуточных итогов в течение семестра (на определенную дату), а также комплексная оценка успеваемости в семестре. Эти действия производятся на основе автоматического расчета оценок за посещаемость и агрегированных данных о результатах контроля ЗУН, а также шкал оценивания, установленных в настройках. Расчет оценок за посещаемость включает расчет процента посещаемости (процента занятий, на которых присутствовал студент). Возможен отдельный учет посещаемости по видам занятий, учет пропусков занятий по уважительной причине. Преподаватель может вносить дополнительную информацию о промежуточных итогах и корректировать комплексную оценку
Автоматический анализ информации о результатах обучения по дисциплине за период времени	Системой осуществляется анализ информации об обучении студентов за определенный период времени (семестр, учебный год, несколько семестров и т.п.). Выявляются закономерности между некоторыми показателями, в том числе с помощью методов интеллектуального анализа данных. Результаты анализа затем используются для совершенствования методики преподавания дисциплины

Продолжением настоящего исследования будут являться дальнейшее проектирование и реализация автоматизированной системы учета успеваемости в соответствии с перечисленными функциональными требованиями и с применением современных технологий программирования.

Библиографический список

1. Боброва И.А., Полевщиков И.С. Разработка автоматизированной системы учета успеваемости студентов вуза // Молодежь и наука: шаг к успеху: сб. науч. ст. всерос. науч. конф. перспект. разработок молод. ученых (23–24 марта 2017 года): в 3 т. Т. 2 / Юго-Зап. гос. ун-т. – Курск: Университетская книга, 2017. – С. 245–248.

2. Шмакова Е.Е. Электронная система бального контроля успеваемости студентов по дисциплине «Инженерная графика» [Электронный ресурс]. – URL: ds02.infourok.ru/uploads/doc/0d51/0001a778-c11d635e.docx (дата обращения: 25.01.2017).

3. Чуйко О.И., Белозерова С.И. Разработка информационной системы учета успеваемости студентов на основе облачных технологий [Электронный ресурс] // Интернет-журнал «Науковедение». – 2015. – Т. 7. – № 5. – URL: naukovedenie.ru/PDF/97PVN515.pdf (дата обращения: 25.01.2017).

4. Орлов С.А., Цилькер Б.Я. Технологии разработки программного обеспечения: учеб. для вузов. – 4-е изд. – СПб.: Питер, 2012. – 608 с. (Стандарт третьего поколения).

Сведения об авторах

Боброва Ирина Александровна – студентка Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. КЗИ-15-16, г. Пермь, e-mail: bobrovairina1812@gmail.com.

Полевщиков Иван Сергеевич – аспирант кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: i.s.polevshchikov@gmail.com.

К.П. Кузьминых, И.С. Полевщиков

РАЗРАБОТКА ЗАДАЧИ АСУ ВУЗ «РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОЙ НАГРУЗКИ НА КАФЕДРЕ»

В статье описана концепция автоматизированной системы распределения учебной нагрузки на кафедре вуза и приведены ее преимущества по отношению к существующему процессу и существующим аналогам.

Ключевые слова: автоматизированная система, распределение учебной нагрузки, язык UML.

K.P. Kuzminykh, I.S. Polevshchikov

DEVELOPMENT OF THE AUTOMATED SYSTEM OF DISTRIBUTION OF EDUCATIONAL LOAD AT THE DEPARTMENT OF THE UNIVERSITY

In this article describes the concept of the automated system distribution of the educational load at the department of the university and shows its advantages in relation to the existing process and the existing analogues.

Keywords: automated system, distribution of educational load, language UML.

Кафедра вуза самостоятельно распределяет учебную нагрузку [1, 2] среди сотрудников ежегодно. При распределении учитывается множество критериев и факторов: предпочтения преподавателей, размер их ставок, нормативы ФГОС и другие. Решение данной задачи вручную становится очень трудоемким процессом. В результате возникает потребность в создании подсистемы распределения учебной нагрузки в рамках АСУ ВУЗ, позволяющей снизить требования данного бизнес-процесса к временным и трудовым затратам и повысить эффективность работы кафедры.

В конце марта – начале апреля на кафедру ПНИПУ из управления образовательных программ (УОП) приходит Excel-файл («шахматка»). По данной форме заведующий кафедрой (или ответственное лицо) распределяет учебную нагрузку и формирует документы, которые отправляются в соответствующие подразделения университета.

«Шахматка» включает информацию о нагрузке на следующий учебный год. В ней содержится перечень групп, которые будут

обучаться на кафедре в следующем году, отмечены все типы занятий каждой группы (лекции, практики, прочее), указано плановое количество часов для каждого типа занятия каждой группы. Также в файле «шахатки» указывается информация по требованиям к аудиториям, распределение часов по неделям. Пример «шахматки» представлен на рис. 1.

ПНИПУ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОЙ НАГРУЗКИ КАФЕДРЫ ПО ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ												Асс. Бакунов Р. Р.
Факультет: Электротехнический (ЭТФ)												
Кафедра: Кафедра информационных технологий и автоматизированных систем (ИТАС)												
Число часов до / после смены расписания указано ориентировочно и должно быть уточнено кафедрой												
* Требования к аудиториям: ИД - интерактивная доска, МА - мультимедийная аудитория, МД - маркерная доска												
Наименование дисциплины	Факультет, группа	Кол. студ.	Подгруппа	Виды занятий	Кол-во часов	Сумма часов	Не полтора	До смены расписания		После смены расписания		
								1 нед	2 нед	1 нед	2 нед	
Дисциплины специальности 23010002.62 (АСУ 6)												34
Введение в профессию	ЭТФ АСУ -16-16	25		Лек	16	16		2		2		16
	ЭТФ АСУ -16-16	25		Пр	18	18		2		2		18
	ЭТФ АСУ -16-16	25		КСР	2	0						
	ЭТФ АСУ -16-16	25		Зач	6	0						

Рис. 1. Распределение учебной нагрузки в «шахматке»

Недостатком существующего процесса являются большие трудозатраты на выполнение распределения нагрузки, а именно:

- поскольку распределение проводится в программе Microsoft Excel, отсутствует возможность представления в удобном виде информации по распределению;
- отсутствует возможность автоматического формирования нужных отчетов (данные действия производятся ответственным лицом вручную);
- отсутствует автоматическое слежение за соблюдением требований ФГОС;
- отсутствуют подсказки по распределению, которые основываются на распределениях прошлых лет;
- преподаватели не могут сами посмотреть свою нагрузку и сформировать отчет по ней.

В результате анализа существующих на рынке программного обеспечения аналогов (в частности [3, 4]) выявлены следующие недостатки:

- системы слишком унифицированы и не учитывают специфику бизнес-процесса распределения нагрузки в ПНИПУ;
- не позволяют формировать полный объем нужных отчетов;
- нуждаются в установке клиентской части системы на каждый рабочий компьютер;

– имеют сравнительно высокую стоимость, которую кафедра не может себе позволить.

Исходя из описанного выше, принято решение о разработке подсистемы, которая избавит от недостатков существующего процесса распределения и не будет обладать недостатками аналогичных программных продуктов. Функциональность подсистемы в виде диаграммы вариантов использования языка UML [5] представлена на рис. 2.

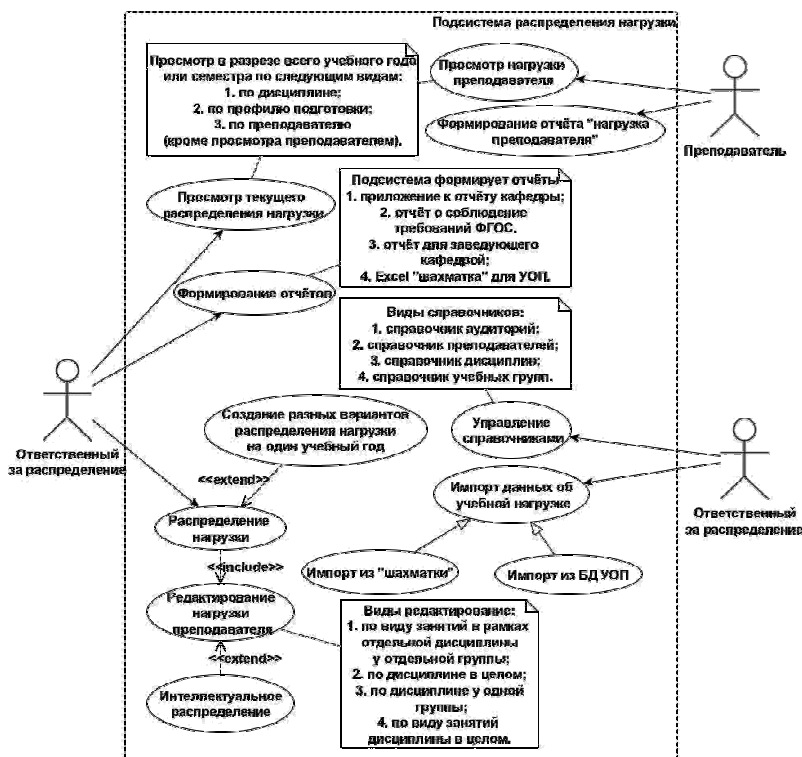


Рис. 2. Распределение учебной нагрузки с использованием подсистемы

Подсистема обладает возможностью импорта данных из двух источников. Предусмотрено несколько видов представления и редактирования нагрузки, подсказки на основе архивных данных по распределению. Также возможно создание разных вариантов распределения нагрузки для одного учебного года. Преподаватель может смотреть

свою актуальную нагрузку и формировать отчет по ней. Для данной подсистемы была составлена логическая модель данных, которая во многом отражает структуру «шахматки», но в формате реляционных отношений. Логическая модель данных показана на рис. 3.

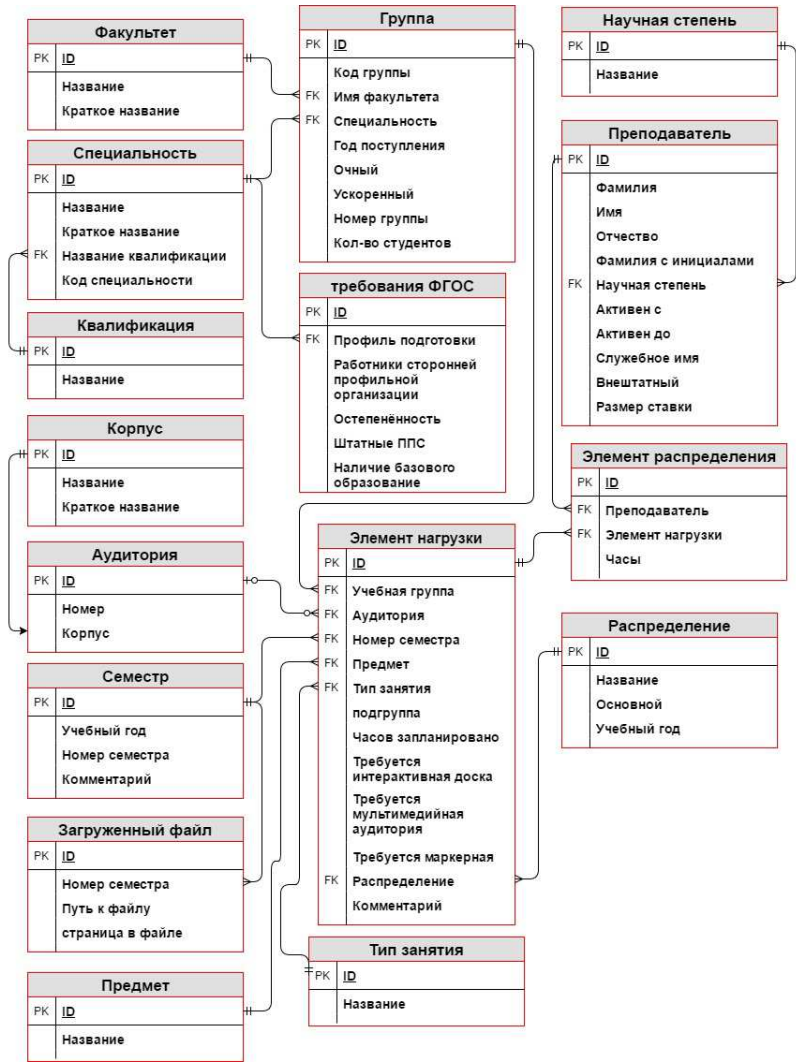


Рис. 3. Логическая модель данных

Сущность «элемент нагрузки» является основной сущностью подсистемы. При наложении на исходный файл она представляет собой одну его строčku, т.е. связку группы, предмета, типа занятия. Также в сущность включены внешние ключи для организации деления нагрузки на семестры и различные распределения в рамках одного учебного года.

Сущность «элемент распределения» представляет собой одну ячейку из исходного файла, на пересечении строки с предметом и столбца с преподавателем, его ведущим, наличие числа часов в которой и является «распределенной нагрузкой».

Трехзвенная клиент-серверная архитектура подсистемы показана на рис. 4.



Рис. 4. Архитектура подсистемы

Веб-интерфейсы ответственного лица за распределение нагрузки и преподавателя – графические интерфейсы, открытые в веб-браузере устройства, за которым работают ответственный за распределение нагрузки или преподаватель. Поскольку верстка подсистемы адаптивна, в качестве устройства может использоваться любое устройство. Сервер приложений – программное обеспечение, обрабатывающее запросы от клиента. Размещается на удаленном компьютере/сервере. В рамках сервера выполняется код серверной части разрабатываемой подсистемы.

Сервер БД подсистемы распределения нагрузки – программное обеспечение, реализующее хранение данных подсистемы и частичную их обработку. В рамках проектируемой подсистемы база данных может находиться как на одном компьютере с сервером, так и на выделенном.

Сервер БД ИАС ПНИПУ – программное обеспечение, реализующее хранение данных ПНИПУ. Находится на серверах в главном корпусе ПНИПУ, содержит в себе БД УОП. В рамках проектируемой подсистемы экспортирует данные из БД УОП в подсистему.

Таким образом, новая подсистема избавлена от недостатков существующего процесса и не имеет недостатков аналогичных решений. Продолжением исследования будут дальнейшее проектирование и реализация подсистемы в соответствии с перечисленными функциональными требованиями и с применением современных технологий реализации систем.

Библиографический список

1. Кузьминых К.П., Полевщиков И.С. Автоматизация процесса распределения учебной нагрузки на кафедре вуза // Будущее науки – 2017: сб. науч. статей 5-й Междунар. молодеж. науч. конф. (26–27 апреля 2017 года): в 4 т. Т. 3 / Юго-Зап. гос. ун-т. – Курск: Университетская книга, 2017. – С. 50–52.

2. Виноградов Г.П. Распределение нагрузки между преподавателями кафедры // Вестник ТГТУ. – 2002. – № 1(1). – С. 53–59.

3. MMIS Lab. Автоматизированная система «Нагрузка ВУЗа». – URL: <http://www.mmis.ru/programs/nagruzka> (дата обращения: 09.04.2017).

4. Гаврилец Е.З., Медведева О.А. Автоматизированная система формирования учебных планов и распределения учебной нагрузки преподавателей кафедры вуза // Современные наукоемкие технологии. – 2007. – № 2. – С. 40–41.

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

Сведения об авторах

Кузьминых Константин Павлович – студент Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, гр. АСУ-13-16, e-mail: geve95@gmail.com.

Полевщиков Иван Сергеевич – аспирант кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: i.s.polevshchikov@gmail.com.

И.С. Полевщиков, Р.А. Файзрахманов

**КОМПЬЮТЕРНЫЙ ТРЕНАЖЕРНЫЙ КОМПЛЕКС
КАК СРЕДСТВО АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ
ФОРМИРОВАНИЕМ СЕНСОМОТОРНЫХ НАВЫКОВ
ОПЕРАТОРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

В статье приведены особенности автоматизированного управления формированием сенсомоторных навыков операторов технологических процессов с применением компьютерного тренажерного комплекса.

Ключевые слова: компьютерный тренажерный комплекс, сенсомоторные навыки, технологический процесс.

I.S. Polevshchikov, R.A. Fayzrahmanov

**COMPUTER SIMULATOR COMPLEX AS A MEANS
OF AUTOMATED CONTROL OF THE FORMATION
OF SENSORIMOTOR SKILLS OF OPERATORS
OF TECHNOLOGICAL PROCESSES**

The article shows the features of automated control of the formation of sensorimotor skills of operators of technological processes with the use of a computer simulator complex.

Keywords: computer training complex, sensorimotor skills, technological process.

Разработка моделей и методов автоматизации процесса управления формированием сенсомоторных навыков, способствующих повышению эффективности профессионального обучения с применением компьютерных тренажерных комплексов (КТК), является актуальной задачей [1, 2].

Создан КТК операторов порталного крана «Ганц» [3], предназначенный для подготовки обучаемых (будущих операторов) с целью приобретения профессиональных знаний и формирования профессиональных навыков. КТК включает две взаимосвязанные составляющие: компьютерный тренажер и автоматизированную обучающую систему (АОС). Формирование профессиональных сенсомоторных навыков

В блоке 6 по завершении выполнения упражнения принимается решение о необходимости: повторного выполнения; изменения набора оцениваемых показателей качества; подсказок определенного вида при повторном выполнении. Предусмотрен анализ данных о результатах обучения за период времени, на основе которого возможно изменение начальных настроек.

Предложенная структура системы управления обеспечивает высокий уровень информационной поддержки обучаемого, повышает эффективность приобретения навыков самоконтроля качества выполнения технологических операций и позволяет сформировать необходимый комплекс сенсомоторных навыков без участия инструктора.

В настоящее время реализованы упражнения на отработку основных действий крановщика (подъем и опускание груза, поворот стрелы крана и т.д.) при нормальных погодных условиях. Планируется реализация аналогичных упражнений при сложных погодных условиях (например, ветер, дождь, снег).

Применение АОС на основе рассмотренной системы управления позволяет в систематизированном виде накапливать, хранить и обрабатывать всю необходимую информацию с целью эффективного овладения операторами набором сенсомоторных навыков.

Предложенная система управления может быть использована при создании КТК операторов различных технологических процессов с учетом потенциальных изменений, связанных с особенностями этих процессов.

Библиографический список

1. Файзрахманов Р.А., Полевщиков И.С. Моделирование процесса автоматизированного управления формированием профессиональных навыков оператора производственной системы // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2016. – Т. 16. – № 1. – С. 181–190.

2. Полевщиков И.С. Система автоматизированного управления формированием профессиональных сенсомоторных навыков у операторов технологического процесса // Успехи современной науки и образования. – 2017. – № 4. – Т. 4. – С. 6–8.

3. Fayzrakhmanov R., Polevshchikov I., Khabibulin A. Computer Simulation Complex for Training Operators of Handling Processes // Proc. of the 5th International Conference on Applied Innovations in IT (ICAИТ), Koethen (Germany), 16 March 2017. – 2017. – Vol. 5. – P. 81–86.

Сведения об авторах

Полевщиков Иван Сергеевич – аспирант кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: i.s.polevshchikov@gmail.com.

Файзрахманов Рустам Абубакирович – доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: fayzrakhmanov@gmail.com.

М.В. Стругов, И.С. Полевщиков

РАЗРАБОТКА ЗАДАЧИ АСУ ВУЗ «ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ПЛАН РАБОТЫ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ»

В статье описана концепция подсистемы формирования и согласования индивидуального плана работы преподавателя вуза и приведены ее преимущества по отношению к существующим процессам и аналогам.

Ключевые слова: автоматизированная система, индивидуальный план работы преподавателя вуза, язык UML.

M.V. Strugov, I.S. Polevshchikov

AUTOMATION OF THE PROCESSES OF FORMATION AND COORDINATION OF THE INDIVIDUAL WORK PLAN OF THE UNIVERSITY TEACHER

The article describes the concept of a subsystem for the formation and coordination of an individual work plan for a university teacher and describes its advantages in relation to existing processes and existing analogues.

Keywords: automated system, individual work plan for the university teacher, language UML.

В обязанности преподавателей вузов входит ежегодное планирование собственной рабочей деятельности. Процесс планирования можно разделить на формирование и согласование индивидуального плана [1]. В ПНИПУ этот процесс включает несколько взаимосвязанных этапов, выполняемых с участием самого преподавателя, заведующего кафедрой, секретаря кафедры, декана факультета. Для формирования работ индивидуального плана существуют несколько взаимосвязанных типов нормативов, с проверкой которых у преподавателей и заведующего кафедрой возникают трудности. Индивидуальный план заполняется в бумажном виде.

Проанализированы текущие процессы формирования и согласования [1], выявлены их основные недостатки:

- сложность исправления ошибок, сделанных в бумажном документе;
- ручной расчет различных итоговых значений часов;

- ручная проверка полученных итоговых значений часов на соответствие нормативам;
- сложность в проверке выполнения запланированных работ;
- отсутствие возможности хранить информацию в систематизированном виде (например, в базе данных) для повторного использования.

Проанализированы особенности существующих информационных систем для формирования и согласования индивидуального плана, например [2–3]. Однако анализ показал, что использование данных систем не позволяет устранить все перечисленные выше недостатки. Поэтому принято решение о разработке новой подсистемы в рамках АСУ ВУЗ. Функциональные требования к этой подсистеме в виде диаграммы вариантов использования UML [4] представлены на рис. 1.

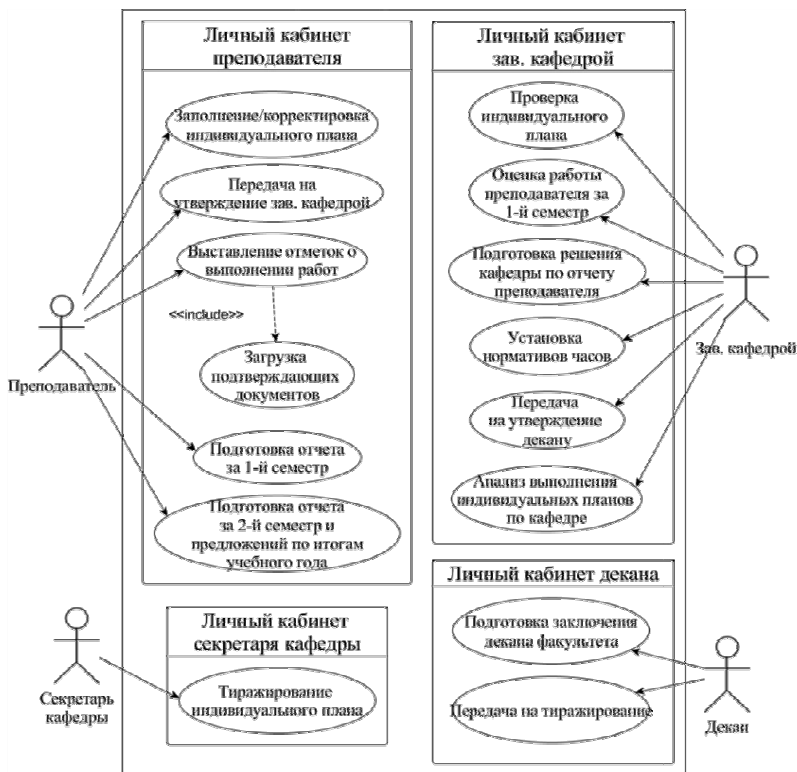


Рис. 1. Функционал подсистемы формирования и согласования индивидуального плана работы преподавателя

Процесс формирования плана с учетом использования подсистемы показан на рис. 2 в виде диаграммы деятельности языка UML. Как видно из рис. 2, формирование плана становится более эффективным: подсистема автоматически подсчитывает различные итоговые значения часов, производит контроль соответствия часов нормативам, позволяет автоматически выгрузить из базы данных информацию об учебной работе (в соответствии с распределенной учебной нагрузкой).

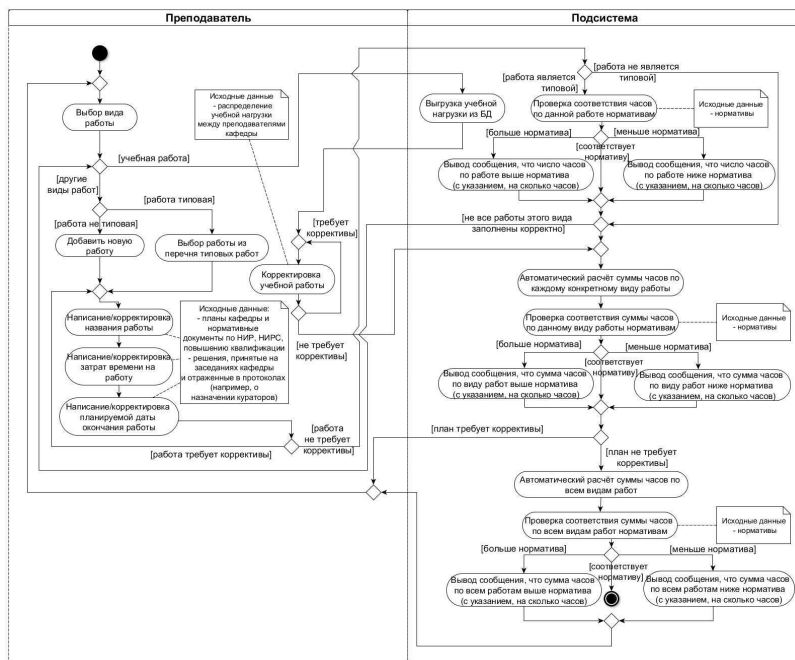


Рис. 2. Формирование индивидуального плана с использованием подсистемы

Согласование индивидуального плана с использованием подсистемы также становится более эффективным: план отправляется на согласование заведующему кафедрой только после автоматической проверки соответствия суммарного количества часов доле ставки; предусмотрена загрузка подтверждающих документов о выполнении преподавателем запланированных работ.

Выбрана трехуровневая архитектура для реализации подсистемы (рис. 3).



Рис. 3. Архитектура проектируемой подсистемы

Выбраны современные технологии реализации подсистемы в соответствии с архитектурой [5–7]: СУБД PostgreSQL (сервер базы данных); платформа Node.js (сервер приложений, веб-сервер); JavaScript фреймворк Vue.js (клиент).

Выбор технологий производился, исходя из следующих критериев: возможность бесплатного использования; кроссплатформенность; высокая производительность; наличие подробной документации.

Разработана логическая модель базы данных подсистемы (рис. 4).

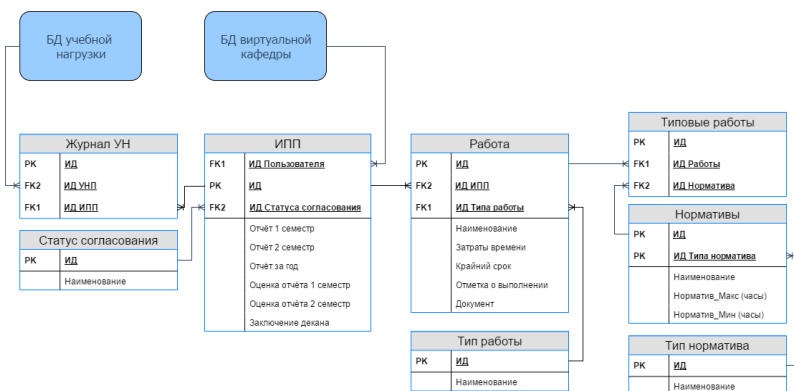


Рис. 4. Логическая модель базы данных

Продолжением настоящего исследования будут являться дальнейшее проектирование и реализация подсистемы формирования и согласования индивидуального плана преподавателя вуза в соответствии с перечисленными функциональными требованиями и с применением современных технологий программирования. Результатом внедрения подсистемы станет более простой и прозрачный процесс

формирования и согласования плана, что позволит уменьшить временные затраты на выполнение этих операций и уменьшить количество ошибок, вызванных «человеческим фактором».

Библиографический список

1. Кузьминых К.П., Полевщиков И.С. Автоматизация процесса распределения учебной нагрузки на кафедре вуза // Будущее науки – 2017: сб. науч. статей 5-й Междунар. молодеж. науч. конф. (26–27 апреля 2017 года): в 4 т., Т. 3 / Юго-Зап. гос. ун-т. – Курск: Университетская книга, 2017. – С. 50–52.

2. Автоматизированная система «Нагрузка вуза» [Электронный ресурс]. – URL: mmis.ru/programs/nagruzka (дата обращения: 17.04.17).

3. Гаврилец Е.З., Медведева О.А. Автоматизированная система формирования учебных планов и распределения учебной нагрузки преподавателей кафедры вуза // Современные наукоемкие технологии. – 2007. – № 2. – С. 40–41.

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

5. Что такое PostgreSQL? – URL: <http://postgresql.ru.net/manual8.4/intro-whatis.html> (дата обращения: 11.04.17).

6. JavaScript Everywhere and the Three Amigos. – URL: https://www.ibm.com/developerworks/community/blogs/gcuomo/entry/javascript_everywhere_and_the_three_amigos?lang=en (дата обращения: 11.04.17).

7. Что такое Vue.js? – URL: <https://ru.vuejs.org/v2/guide/> (дата обращения: 11.04.17).

Сведения об авторах

Стругов Михаил Вадимович – студент Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. АСУ-13-16, г. Пермь, e-mail: smvber@gmail.com.

Полевщиков Иван Сергеевич – аспирант кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: i.s.polevshchikov@gmail.com.

**А.В. Сибиряков, Н.В. Мехоношина, Р.А. Файзрахманов,
Н.А. Гудилина, Н.Б. Ростова**

ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ НАЗНАЧЕНИЯ СХЕМ АНТИРЕТРОВИРУСНЫХ ПРЕПАРАТОВ БОЛЬНЫМ ВИЧ-ИНФЕКЦИЕЙ

Разработан прототип ЭС для назначения схем АРВТ ВИЧ-инфицированным пациентам на основе продукционных правил, полученных в результате кластерного анализа. Дано описание подсистемы приобретения знаний.

Ключевые слова: экспертная система, ВИЧ-инфекция, схема лечения.

**A.V. Sibiryakov, N.V. Mekhonoshina, R.A. Fayzrakhmanov,
N.A. Gudilina, N.B. Rostova**

EXPERT SYSTEM FOR ART REGIMEN IDENTIFYING FOR HIV PATIENTS

In this investigation, the expert system prototype for ART regimen identifying for HIV patients is developed on the basis of the production rules obtained as a result of cluster analysis. Also, description of the knowledge acquisition subsystem is provided.

Keywords: expert system, HIV infection, treatment regimen.

Постановка проблемы. В современном мире ВИЧ-инфекция имеет характер пандемии [1, 2, 3].

Для лечения ВИЧ-инфекции существуют антиретровирусные препараты (АРВП), которые позволяют подавить репродукцию ВИЧ и снизить вирусную нагрузку (ВН). В соответствии с международными и российскими рекомендациями антиретровирусная терапия (АРВТ) проводится с использованием, как минимум, трех, АРВП из разных групп [4, 5].

При назначении лекарственных препаратов необходимо учитывать большое количество факторов для конкретного пациента, включающие в себя различные показатели состояния и особенностей самого пациента, а также свойства и характеристики отдельных АРВП, входящих в схемы АРВТ.

Проведенный сравнительный анализ существующей практики назначений АРВП пациентам с ВИЧ-инфекцией с данными документов, регламентирующих выбор и назначение АРВП, выявил значительные расхождения между фактически назначаемыми схемами АРВТ и схемами, рекомендованными национальными и наднациональными документами ВОЗ в части лекарственной терапии [6].

В связи с этим предлагается создать информационную систему, предлагающую схему лечения для больного на основе положительного опыта, содержащегося в базе данных о результатах лечения ВИЧ-больных.

Методы. В работе в качестве источника знаний использованы статистические данные о назначениях АРВТ больным ВИЧ-инфекцией, получающим медицинскую помощь в ГКУЗ «Пермский краевой центр по профилактике и борьбе со СПИД и инфекционными заболеваниями». Также учитывались данные о характеристиках и оппортунистических заболеваниях этих пациентов.

С целью получения необходимых знаний проведен кластерный анализ с использованием программного комплекса «STATISTICA».

Знания в разрабатываемой системе представлены в виде продукционных правил. Для отражения неопределённости в знаниях использована классическая теория вероятностей.

Прототип экспертной системы реализован на языке логического программирования Prolog. В качестве среды разработки использован SWI-Prolog. Для ввода знаний в базу и для её поддержания в актуальном состоянии создается подсистема приобретения знаний [7]. Она позволяет просматривать базу знаний, добавлять правила, изменять существующие правила, удалять правила из базы в случае необходимости, а также распечатывать необходимые отчёты по базе знаний. При добавлении и изменении правил подсистема проверяет базу знаний на противоречивость и помогает её устранить.

Устранение противоречий в продукционной базе знаний производится с использованием оригинального алгоритма, представляющего собой усовершенствованный алгоритм Ле Нгуен Виена [8]. Реализация подсистемы приобретения знаний планируется на языке C#.

Результаты. Для экспериментального кластерного анализа использована выборка из реальных статистических данных. В качестве входных факторов использованы: пол пациента, стадия основного заболевания на момент назначения антиретровирусной терапии (АРВТ), путь заражения ВИЧ, оппортунистические заболевания.

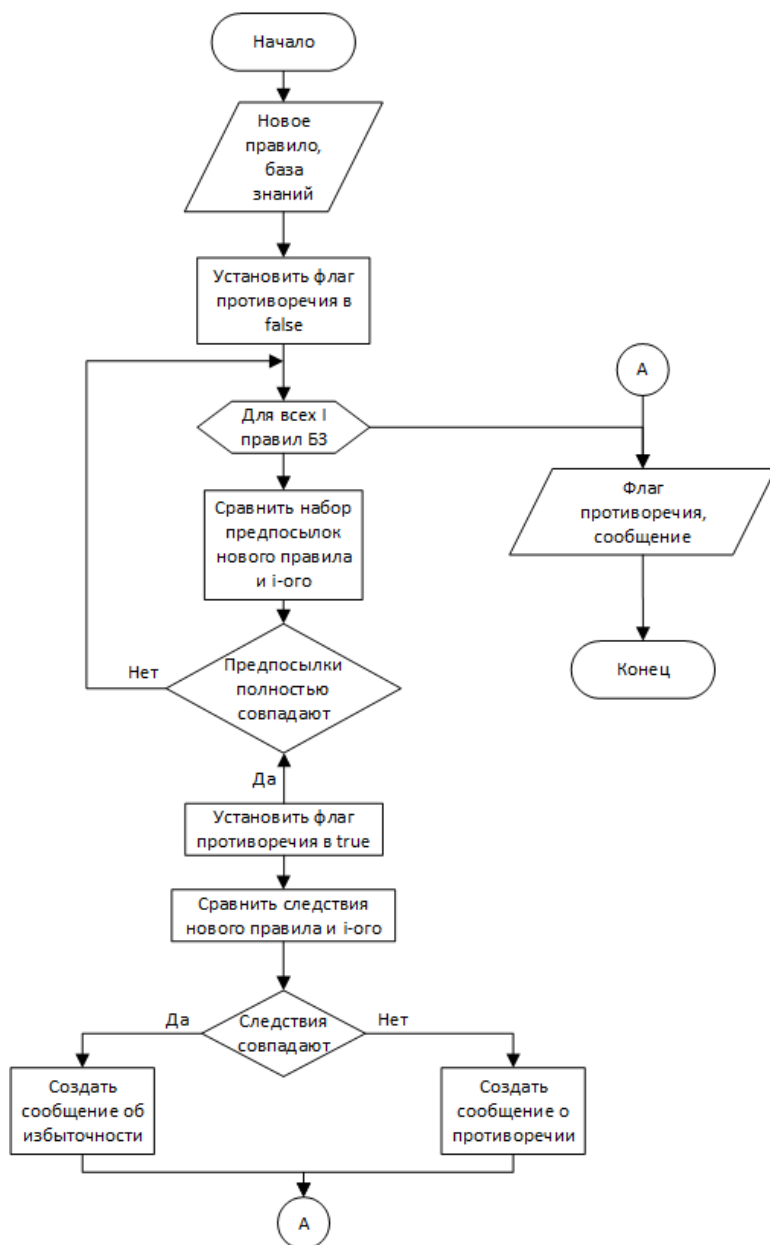


Рис. Алгоритм поиска противоречий в базе знаний

Выходным фактором является одна из основных пяти схем АРВТ: ИИ+НИОТ, НИОТ, НИОТ+ИП, НИОТ+ИП+ИС, НИОТ+ННИОТ.

Кластеризация позволила выявить 9 кластеров, анализ которых дал возможность создать продукционную базу знаний, состоящую из 29 правил (продукций).

Пользовательский интерфейс прототипа выполнен в виде консольного приложения. Взаимодействие с пользователем осуществляется в диалоговом режиме. Система последовательно выводит диагностирующие вопросы, требующие ответа пользователя, и в соответствии с продукционными правилами рекомендует пользователю наиболее эффективные схемы АРВТ для лечения ВИЧ-инфицированного пациента.

Разработан алгоритм подсистемы приобретения знаний. По итогам спецификации функций подсистемы создана диаграмма вариантов использования, включающая следующие прецеденты: открыть базу знаний, добавить правило в базу знаний, изменить правило в базе знаний, удалить правило из базы знаний, распечатать отчёт о базе знаний. Каждый прецедент на диаграмме вариантов использования преобразован в соответствующую диаграмму последовательностей. По итогам анализа диаграмм последовательностей выявлены основные классы подсистемы приобретения знаний, а также их методы и создана модель базы данных.

Предложен следующий алгоритм поиска противоречий в базе знаний (БЗ) (рисунок).

Заключение. В работе предложена экспертная система для назначения схем АРВТ ВИЧ-инфицированным пациентам, дано описание принципов формирования базы знаний. Прототип экспертной системы апробирован на реальных данных. Содержащиеся в базе знания позволили сформировать рекомендации по назначению схемы лечения, согласованной с практикой.

В дальнейшем предполагается улучшение алгоритмов поиска противоречий и обработки статистических данных. На основе прототипа ведутся работы по созданию рабочей версии системы.

Библиографический список

1. Всемирная организация здравоохранения [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.who.int/ru> (дата обращения: 21.12.2016).

2. Постановление Правительства РФ от 01.12.2004 № 715 (ред. от 13.07.2012) «Об утверждении перечня социально значимых заболеваний и перечня заболеваний, представляющих опасность для окружающих» [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_50559/ (дата обращения: 10.10.2016).

3. Лечение ВИЧ-инфекции / О.А. Чернявская, Е.А. Иоанниди, И.В. Макарова, М. С. Тимонова // Лекарственный вестник. – 2010. – № 6(38). – С. 3–9.

4. Национальные рекомендации по диспансерному наблюдению и лечению больных ВИЧ-инфекцией (Клинический протокол) / В.В. Покровский, О.Г. Юрин, А.В. Кравченко, В.В. Беляева, В.Г. Канестри, Л.Ю. Афонина, Т.Н. Ермак, Е.В. Буравцова, В.И. Шахгильдян, Н.В. Козырина, Р.С. Нарсия, В.Н. Зимина, А.В. Покровская, О.С. Ефремова // Эпидемиология и инфекционные болезни. Актуальные вопросы. – 2015. – № 6. – 120 с.

5. Сводное руководство по использованию антиретровирусных препаратов для лечения и профилактики ВИЧ-инфекции. Краткий обзор основных особенностей и рекомендаций // ВОЗ. – 2013. – 16 с.

6. Антиретровирусная терапия: подходы к лечению и реальная практика назначений при лечении ВИЧ-инфицированных пациентов / Н.Б. Ростова, Э.С. Иванова, Н.А. Гудилина, О.В. Киселева // Медицинский альманах. – 2016. – № 1. – С. 112–116.

7. Куклин А.А., Бушмелева К.И. Экспертная система комплексного диагностирования технического состояния объектов газотранспортной сети // Сургут. гос. ун-т ХМАОЮгры. – Сургут: ИЦ СурГУ, 2011. – 9 с.

8. Ле Нгуен Виен. Дистанционная диагностическая система на основе гибридных моделей знаний: дис. ... канд. техн. наук. – Волгоград, 2015. – 123 с.

Сведения об авторах

Сибиряков Андрей Валерьевич – магистрант кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: andreyimz@mail.ru.

Мехоношина Наталья Викторовна – магистрант Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. АСУЗ-16-1м, г. Пермь, e-mail: mehonoshina.natalja@rambler.ru.

Файзрахманов Рустам Абубакирович – доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: fayzrakhmanov@gmail.com.

Гудилина Надежда Александровна – аспирантка кафедры управления и экономики фармации Пермской государственной фармацевтической академии Минздрава России, г. Пермь, e-mail: dina0611@mail.ru.

Ростова Наталья Борисовна – доктор фармацевтических наук, профессор кафедры управления и экономики фармации Пермской государственной фармацевтической академии Минздрава России, г. Пермь, e-mail: N-Rostova@mail.ru.

А.Р. Тепленин, Р.Р. Файзрахманов

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ РЕГРЕССИОННОГО ТЕСТИРОВАНИЯ

Веб сегодня является огромным репозиторием взаимосвязанных интерактивных веб-страниц. Трудоёмкость создания таких веб-приложений требует прохождения полного цикла разработки, который включает в себя важный этап – тестирование. В данной статье проводится сравнительный анализ современных систем, используемых для тестирования веб-приложений.

Ключевые слова: веб-страница, веб-приложение, регрессионное тестирование.

A.R. Teplenin, R.R. Fayzrakhmanov

COMPARATIVE ANALYSIS OF MODERN SYSTEMS OF REGRESSION TESTING

This article describes importance of regression testing as part of development of web applications, possible systems for testing, testing using these systems, advantages and disadvantages. A labour intensity of authoring such web applications requires applying a full development cycle, which includes an important step, testing. In this article, we conduct a comparative analysis of contemporary systems used in testing web applications.

Keywords: web page, web application, regression testing.

Интерактивные веб-страницы (также известные как веб-приложения) становятся все более популярными в веб-пространстве. В отличие от их предшественника, статичных веб-страниц, связанных гипертекстовыми ссылками, веб-приложения по своей сложности и функционалу сопоставимы с десктопными пользовательскими приложениями. Это стало возможным главным образом благодаря расширению стека веб-технологий, в котором к HTML и JavaScript добавился интерфейс XMLHttpRequest (XHR) для обмена данными между веб-браузером и веб-сервером и, в частности, метод AJAX для асинхронного взаимодействия. Это позволяет клиентской части, реагируя на действия пользователя, динамически подгружать необходимые данные с сервера и адаптировать веб-страницу соответствующим образом.

С учетом сложности создания веб-приложений и обеспечения их корректной работы необходимо прохождение всего жизненного цикла разработки [1]. В каждой модели жизненного цикла присутствует важный этап, обеспечивающий качество продукта*, – тестирование. В каскадной модели, например, оно выделено в отдельный шаг, в спиральной модели оно присутствует на шаге конструирования [4]. При исправлении или изменении функционала проводится специальный вид тестирования – регрессионное тестирование. Оно проверяет корректность работы различных функциональных элементов на основе прохождения определенного набора тестов.

В данной статье мы рассматриваем наиболее популярные системы, которые используются или могут быть использованы для регрессионного тестирования.

Обзор систем для тестирования веб-приложений. Ввиду ограничений на объем статьи рассмотрим наиболее популярные системы из различных категорий, таких как системы тестирования (Selenium, CasperJS), автоматизации (iMacros), извлечения информации (XPath).

Selenium – это инструмент для тестирования веб-приложений и автоматизированного управления браузерами. Наиболее известны два основных продукта: Selenium IDE и WebDriver. Selenium IDE позволяет создавать небольшие сценарии для быстрого автоматизированного воспроизведения ошибки и вспомогательные скрипты для выполнения отдельных рутинных действий при ручном тестировании. Он реализован в виде расширения для браузера Firefox, который позволяет записывать и воспроизводить действия пользователя в браузере. WebDriver, в свою очередь, позволяет разработать надежный фреймворк автоматизации, способный работать с любым браузером и создавать большие тестовые наборы, включающий тесты с достаточно сложной логикой поведения и проверок [2]. Selenium WebDriver позволяет работать не только в Firefox, он может использовать ChromeDriver, Opera Driver, Android Driver и iOS Driver. Тесты могут быть реализованы на Java, C#, Python, Ruby, JavaScript и Perl.

CasperJS – это ещё одно средство тестирования веб-приложений с использованием JavaScript. Оно предоставляет богатый набор средств тестирования и интегрирует PhantomJS. Таким образом,

* В данном случае под качеством продукта мы понимаем соответствие функциональным требованиям и надежность, как индикатор качества программы.

в отличие от Selenium для запуска CapserJS не требуется браузер, что значительно уменьшает требования к ресурсам и времени работы.

iMacros – это программа, которая позволяет автоматизировать и имитировать действия пользователя в браузере, автоматизировать загрузку и выгрузку страниц, файлов и изображений. Систему можно использовать для функционального, нагрузочного и регрессионного тестирования. Как и в Selenium IDE, в ней можно записывать определенные действия пользователя, которые компилируются в программный код «iim». Данный код может быть также автоматически преобразован в код для WebDriver.

OXPath – язык для извлечения веб-данных, расширения XPath 1.0^{**}. Данный язык расширяет XPath:

- 1) дополнительной визуальной осью, позволяющей выбирать элементы согласно их CSS-аттрибутам;
- 2) возможностью симулировать различные пользовательские взаимодействия с интерфейсом (щелчек, набор текста, скролирование, движение мышкой и т.д.);
- 3) выполнять циклические действия (например, итерация по страницам результата поиска);
- 4) извлекать данные и преобразовывать их в виде древовидной структуры. Извлекаемые данные могут быть сохранены в формате XML, CSV, JSON или в виде реляционной структуры в базе данных. Текущая версия OXPath 2.0.2 запускается на системах Linux и браузере Firefox.

Функционал OXPath позволяет производить сложные взаимодействия и навигацию по веб-приложениям, а также выполнять различные проверки извлекаемых значений с использованием численных и строковых операций [3].

Эксперимент. Анализ работы систем был проведен на примере известного веб-приложения из области онлайн-покупок, Amazon. Проверялся основной функционал – поиск товаров. В задачу входило следующее:

- 1) получить результат поиска;
- 2) проверить наличие на странице картинки, наименования и цены продукта, а также ссылок на страницы результата поиска (пэй-

^{**} PhantomJS – сборка движка WebKit без графического интерфейса, позволяющая в режиме консоли загружать веб-страницы и запускать JavaScript-код, полноценно работая с такими объектами, как DOM, Canvas, CSS, JSON и SVG.

джинатора). В случае наличия пэйджинатора следует перейти на следующую страницу и проверить наличие таких же элементов, как и на предыдущей. В качестве объекта поиска были взяты блокноты (notebook).

SeleniumIDE. Программа позволяет записывать простые действия и преобразовывать их в код. С учетом этой особенности нажимаем на кнопку записи действий, заходим в браузер и вводим адрес сайта. В строке поиска вводим блокноты и нажимаем по кнопке поиска. После загрузки страницы в контекстном меню выбираем функцию `verifyElementPresent` (нестрогая проверка наличия элемента на странице). Останавливаем запись действий, меняем в проверке XPath выражение так, чтобы оно находило все картинки на странице. Аналогичным образом делаем для наименований и цен. Для прохождения по пэйджинатору используется цикл `while`. Для использования циклов и хранения переменных необходимо скачать дополнительные плагины в браузере. Проверка была воспроизведена на каждой странице. Используя эту систему, получилось реализовать считывание данных в переменную, использование внутри теста `javascript` кода и пройтись по пэйджинатору в цикле.

CasperJS. При использовании этой системы реализовано тестирование на JavaScript. Организовать цикл `while` получилось, но проходил он не по всем страницам из-за сложности организации синхронного выполнения операций. При прохождении вызывалась функция `check`, которая проверяла, был ли произведен переход на другой URL, и когда страница ещё не загрузилась, происходил инкремент переменной. Несмотря на это для большинства страниц проверки были пройдены успешно.

XPath. Так как изначально XPath – язык для извлечения данных, проверять наличие элементов на странице будем так: если данные о ценах, наименованиях продукта и ссылках на картинки извлекаются, то этот товар присутствует на странице (рисунок).

XPath позволяет организовывать цикл прохождения по страницам при помощи замыкания Клини, сложностей с проверками не возникло. Расширяя XPath, XPath достаточно прост в изучении для веб-разработчиков.

iMacros. iMacros – сложная для тестирования программа. Как и XPath, iMacros не предназначен для тестирования, поэтому для проверки существования элементов на странице необходимо их

извлекать. Для извлечения всех элементов на странице необходим цикл, также он нужен для прохода по всем найденным страницам. Основная сложность заключается в написании кода. Для реализации циклов необходимо использовать как JavaScript, так и iim-код. При помощи конкатенации строк необходимо объединять код на iim, такой код неудобно редактировать, и визуально он не понятен.

```
1 doc("https://www.amazon.com/")
2 //input[@id='twotabsearchtextbox']/{"notebook"}/{presenter/}
3 </span[@id='pagnNextString']/{"clkwithchange/"}*
4 /.:<page>
5 [
6   //li[contains(@id,'result_')]:<product>
7   [./img[@alt='Product Details']:<imageLink=qualify-url(@src)>]
8   [./h2[contains(@class, 's-access-title')]:<productName=normalize-space(.)>]
9   [./span[@class='sx-price sx-price-large']:<price=normalize-space(.)>]
10 ]
```

Рис. Исходный код программы на OXPath

Проблемы возникли при нахождении элементов, в документации заявлено, что использовать для нахождения можно CSS-селекторы и XPath, но через аналогичное выражение XPath элементы найти не получилось (выражение проверено в вышеуказанных системах). Несмотря на эти недостатки, можно проверить существование элементов на первых страницах, и, если они там найдены, то для следующих страниц результат будет такой же.

Достоинства и недостатки. Оценивать достоинства и недостатки будем по следующим параметрам: Код – простота написания кода (1–5). Интерфейс – удобство интерфейса для создания тестирующих программ (тестов) (1–5). Нахождение элементов – средства идентификации элементов на веб-странице. Ветвление – наличие условного оператора (+/–). Циклы – возможность циклического повторения определенного набора действий, например, для прохождения по страницам результата поиска (+/–). Набор проверок – готовые элементы для проверки наличия элементов и прочие проверки (+/–). Информативность отчета – подсветка команд при выполнении теста, вывод результата шагов (1–5).

Все системы успешно справились с тестом, однако фаворитом является Selenium IDE. В нем просто писать код, большая информативность при выполнении теста. Главный недостаток Selenium IDE, что тест реализован в виде HTML-страницы и команды представлены

в виде строк в HTML-таблице. Каждый столбец имеет специфическую семантику, которая не поддерживается языком HTML, а определенным образом интерпретируется приложением. Две системы, а именно OXPath и CasperJS, не имеют интерфейса и запускаются через консоль. Другие системы имеют интерфейс. Самой неудобной системой для написания кода является iMacros. Ветвление можно организовать во всех системах, как и цикл прохода по пэйджинатору. По сравнению с другими системами OXPath лишен набора проверок, но он лидирует в простоте написания кода. Аналогично Selenium IDE система CasperJS имеет большую информативность при выводе отчета, для правильной работы приходится писать дополнительный код. Достоинства и недостатки представлены в таблице.

Достоинства и недостатки систем

Система	Selenium IDE	CasperJS	OXPath	iMacros
Код	5	4	5	3
Интерфейс	5	2	2	4
Нахождение элементов	XPath, CSS Selector	XPath, CSS Selector	XPath	CSS Selector
Ветвление	+	+	+	+
Циклы	+	+	+	+
Набор проверок	+	+	–	+
Информативность отчета	5	5	3	4

В заключение можно сказать, что тестирование – неотъемлемая часть при разработке веб-приложения. После правки или добавления нового функционала в коде необходимо проводить регрессионное тестирование, чтобы убедиться, что остальные части программы работают корректно. Для проведения регрессионного тестирования не обязательно использовать системы для тестирования, подойдут также системы для извлечения информации. Специализированные системы тестирования лучше всего подходят для проведения регрессионного тестирования.

Библиографический список

1. Молодяков С.А. Методология и инструменты программной инженерии [Электронный ресурс]. – URL: http://iustmp.spbstu.ru/?page_id=1058 (дата обращения: 26.04.2017).

2. Selenium WebDriver: автоматизация приложений через браузер [Электронный ресурс]. – URL: <https://selenium2.ru/docs/> (дата обращения: 06.05.2017).

3. XPath: A language for scalable data extraction, automation, and crawling on the deep web [Электронный ресурс]. – URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00778-012-0286-6> (дата обращения: 06.05.2017).

4. Корнюшко В.Ф., Породникова П.А., Костров А.В. Подход к развитию системы управления тестированием программных средств [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.swsys.ru/index.php?page=article&id=4081> (дата обращения: 06.05.2017).

Сведения об авторах

Тепленин Антон Романович – магистрант Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. РИС-16-1м, г. Пермь, e-mail: anton.teplenin@gmail.com.

Файзрахманов Рустам Абубакирович – доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: fayzrakhmanov@gmail.com.

О.Н. Федосеева

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ СЭМПЛИРОВАНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ РАЗБАЛАНСИРОВАННЫХ КЛАССОВ ТРАНЗАКЦИЙ

В данной статье освещены виды мошенничества с транзакциями. Приведены плюсы использования антифродовых систем. Обозначены проблема антифродовых систем – разбалансировка данных и метод ее устранения – сэмплирование.

Ключевые слова: транзакция, фрод, антифродовая система, разбалансировка данных, сэмплирование.

O.N. Fedoseeva

ACTUALITY OF USING SAMPLING FOR DECISIONS OF THE OBJECTIVES OF THE UNBALANCED CLASSES OF TRANSACTIONS

This article highlights the problem of fraud with transactions. The advantages of using antifraud systems are given. The problem of antifraud systems is identified – data unbalancing and method of its elimination – sampling.

Keywords: transaction, fraud, antifraud system, data unbalancing, sampling.

На сегодняшний день все большее количество физических лиц используют сервисы оплаты товаров и услуг в Интернете, что, в свою очередь, вызывает рост несанкционированных, мошеннических операций. По данным Центрального банка России, доля мошеннических операций в Интернете составляет около 50 % от всех несанкционированных операций с использованием платежных карт. Причем доля остановленных операций среди них менее 10 % [1].

Данный тип мошенничества известен также как «фрод» (от английского слова «fraud»). В широком значении фрод – это несанкционированные действия и неправомерное пользование ресурсами в сфере ИТ. Существует множество типов фрода, при этом обманутыми могут оказаться и пользователи, и продавцы, и банки. В большинстве случаев объектом фрода становятся данные платежных инструментов – банковских карт, электронных кошельков, мобильных средств.

В связи с вышесказанным набирают популярность антифроды системы, цель которых – выявить мошеннические транзакции. Использование антифродов систем становится не просто рекомендуемым, но теперь и обязательным условием для организаций.

Плюсы антифродовых систем заключаются в автоматическом отклонение сомнительных транзакций, защите от последующих разбирательств с банками, платежными системами и реальными владельцами карт, минимизация репутационных и финансовых рисков. Отрицательная сторона заключается в том, что отклонение платежей может привести к потере клиентов, и следовательно, прибыли.

Антифродовая система выполняет задачу классификации транзакций (легальная или мошенническая) и основывается на технологии интеллектуального анализа данных (data mining) и методов машинного обучения.

Для успешного решения задач машинного обучения принципиально важное значение имеет формирование множества обучающих данных. Одна из частых проблем при формировании обучающего множества – это разбалансировка, т.е. нарушение соотношений количества данных разного класса в рассматриваемом множестве данных [2].

Разбалансировка данных имеет место и в антифродовых системах: так, доля мошеннических транзакций в общем объеме операций, совершенных с использованием платежных карт, составляет 0,003–0,002 % [1]. Для решения этой задачи может быть использовано сэмплирование, которое заключается в формировании репрезентативной выборки так, чтобы можно было сделать выводы о генеральной совокупности [3].

В рассматриваемом случае возникает необходимость приближения количества легальных транзакций к тому количеству, которое позволит корректно организовать машинное обучение. Для этой цели рационально использовать метод андерсэмплинга. Однако применение данного метода может привести к потере данных. Поэтому актуальной проблемой будет являться разработка нового метода решения задачи разбалансированных классов транзакций на основе андерсэмплинга.

Для поставленной цели определен объект исследования – системы обнаружения мошеннических транзакций организаций, предоставляющих услуги электронной коммерции, и предмет исследования: методы сэмплирования данных платёжных транзакций. А также поставлены следующие задачи: изучить методы сэмплирования; применить

методы сэмплирования для разбалансировки классов транзакций; разработать метод решения задачи разбалансированных классов на основе андерсэмплинга.

Библиографический список

1. Обзор о несанкционированных переводах денежных средств. Отчет Центрального банка Российской Федерации, 2015 // Доступ из справ.-правовой системы КонсультантПлюс.

2. Кафтанников И.Л., Парасич А.В. Проблемы формирования обучающей выборки в задачах машинного обучения // Вестник ЮУрГУ. – 2016. – № 3. – С. 15–24. – URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_26395829_29802529.pdf (дата обращения: 02.02.2017).

3. Пронин В.В. Методы сэмплирования при размерностях различного порядка // Современные научно-практические решения и подходы. – 2016. – С. 120–123. – URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_27587661_50624368.pdf (дата обращения: 02.02.2017).

Сведения об авторе

Федосеева Ольга Николаевна – магистрант Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. АСУ3-16-1м, г. Пермь, e-mail: fed-on@mail.ru.

А.В. Касимов, А.А. Нагаев, А.Ф. Хабибулин

ГЕНЕРАЦИЯ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ СЕТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В UNREAL ENGINE 4

Рассматриваются и применяются различные методы процедурной генерации дорожной сети. Производится оценка применимости L-систем для решения данной задачи.

Ключевые слова: процедурная генерация, дорожные сети, L-системы.

A.V. Kasimov, A.A. Nagaev, A.F. Khabibulin

GENERATION OF THREE-DIMENSIONAL MODEL OF THE ROAD NETWORK IN UNREAL ENGINE 4

Various methods of procedural generation of road network has been considered and used in this article. The applicability of L-systems to solve this problem being evaluated.

Keywords: procedural generation, road network, L-systems.

На сегодняшний день большое распространение получили различные алгоритмы процедурной генерации. Они применяются для генерации контента в различных областях, например, при создании игр, симуляторов, фильмов. Применение данных алгоритмов позволяет сэкономить множество человеко-часов, освободив данное время для более творческой работы, значительно уменьшить размер приложения, получать разнообразные игровые ситуации благодаря уникальности сгенерированного игрового пространства.

В рамках прохождения летней практики перед нами была поставлена задача разработки тренажера ПДД с процедурной генерацией карты города. Для решения этой задачи нами был выбран свободно распространяемый игровой движок Unreal Engine 4.

Первая задача, которую нам необходимо решить, – генерация дорожной сети. Для решения данной задачи нами были рассмотрены различные методы процедурной генерации.

Первым был применен метод генерации дорожной сети с помощью L-систем. Нами были использованы простейшие детерминированные контекстно-свободные L-системы [1] для получения наиболее

быстрых результатов. Данная система представлена на рис. 1. В общем случае L-система состоит из алфавита и набора порождающих правил, который определяет, в какие наборы символов будут превращены символы исходной строки (аксиомы). После достижения требуемого числа подстановок применяется алгоритм, который, интерпретируя символы результирующей строки, совершает различные действия. Таким образом, для генерации различных сложных структур достаточно лишь задать алфавит и набор порождающих правил, для того чтобы затем выполнять построение, интерпретируя символы полученной строки. Более подробно генерация городов с различными дорожными сетями описывается в статье [2], посвященной использованию расширенных L-систем.

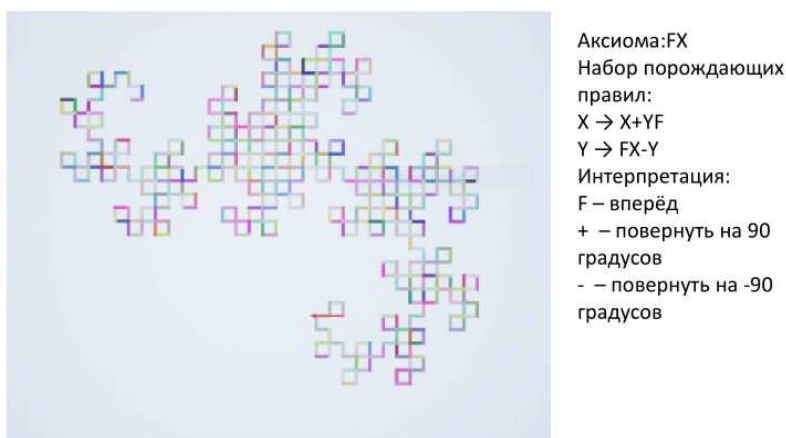


Рис. 1. Детерминированная контекстно свободная L-система

Следующим был использован метод генерации, при котором на каждом шаге алгоритма принимается решение о том, в каком направлении прокладывать участок дороги и нужно ли делать это. С помощью трассировочных сфер определяется окружение дорожного участка, который планируется проложить, и в зависимости от результатов данной проверки принимается решение о прокладке нового участка дороги либо о формировании перекрестка с уже имеющимися участками дороги. Данный метод в отличие от детерминированных контекстно свободных L-систем позволяет получать различный результат генерации при каждом запуске и дает больше контроля над

системой генерации, но при этом имеет значительно большую вычислительную сложность.

Последним был использован метод, при котором в начале генерации дорожной сети формируется двумерная решетка, содержащая все возможные узлы дорожной сети. Данная решётка представлена на рис. 2. На следующем шаге алгоритма данные узлы соединяются дорогами в соответствии с определенными правилами формирования дорожной сети. Данный метод является усовершенствованием предыдущего и обеспечивает еще больший контроль над системой генерации.

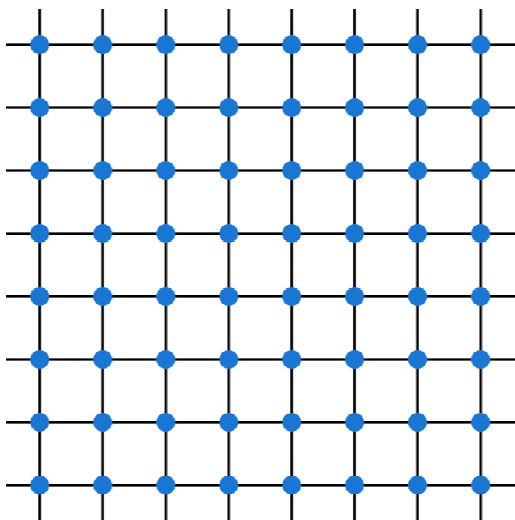


Рис. 2. Двумерная решетка дорожной сети

После применения различных методов процедурной генерации дорожной сети нами были получены следующие результаты. Во-первых, при использовании детерминированных контекстно свободных L-систем были за очень короткий промежуток времени получены дорожные сети различных конфигураций, что позволяет сделать вывод о том, что, применяя более сложные варианты L-систем, например, стохастические, контекстно зависимые, параметрические, можно достичь генерации действительно случайных дорожных сетей при низкой вычислительной сложности. Во-вторых, при использовании метода, при котором на каждом шаге алгоритма принимается решение о том, в каком направлении прокладывать участок дороги, были

получены действительно случайные дорожные сети и было принято решение о разработке модифицированной версии данного метода с построением двумерной решетки.

Библиографический список

1. L-Systems – математическая красота растений [Электронный ресурс]. – URL: <https://geektimes.ru/post/69989/> (дата обращения: 15.05.2017).

2. Procedural Modeling of Cities [Электронный ресурс]. – URL: https://graphics.ethz.ch/Downloads/Publications/Papers/2001/p_Par01.pdf (дата обращения: 15.05.2017).

Сведения об авторах

Касимов Александр Вадимович – студент Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. РИС-15-16, e-mail: akasimov1995@yandex.ru.

Нагаев Артем Александрович – студент Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. РИС-15-16, e-mail: clevers0952@gmail.com.

Хабибуллин Айдар Фаданисович – старший преподаватель кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, e-mail: itas@pstu.ru.

А.Н. Прохоров, Р.И. Квитчик

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОНТОЛОГИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ТРЕНАЖЕРОВ НА ПРИМЕРЕ ТРЕНАЖЕРА ПОРТАЛЬНОГО КРАНА

На кафедре ИТАС ПНИПУ ведется разработка тренажера крановщика портального крана. В данной статье рассмотрен подход использования онтологического моделирования для описания различных моделей предметной области, необходимых для проектирования инструмента генерации компьютерных тренажеров на основе портального крана.

Ключевые слова: тренажер, портальный кран, онтологическое моделирование, модель.

A.N. Prokhorov, R.I. Kvitchik

USING ONTOLOGICAL MODELING AT THE DEVELOPMENT OF SIMULATORS ON THE EXAMPLE OF A PORTAL CRANE TRAINER

The ITAS PNIPU department is developing a simulator for a crane operator. In this article, the approach of using ontological modeling for description of various domain models necessary for designing a tool for generating computer simulators based on a portal crane is considered.

Keywords: simulator, portal crane, ontological modeling, model.

Введение. В современном мире тренажеры являются неотъемлемой частью подготовки специалистов для различных областей профессиональной деятельности. Тренажерные технологии возникли и получили наибольшее развитие там, где ошибки при обучении на реальных объектах могут привести к чрезвычайным последствиям, а их устранение – к большим финансовым затратам: в военном деле, медицине, при ликвидации последствий стихийных бедствий, в атомной энергетике, авиации и космосе. Так, например, тренажеры используются при подготовке космонавтов для полета в космос, так как в наземных условиях нельзя полностью симитировать условия космического полета. Также тренажеры активно используют в авиации, при подготовке летчиков, при обучении вождению автомобиля и в других сферах, связанных с имитацией процессов управления

сложными техническими системами. Работа машиниста крана также связана с возможными рисками и непредвиденными ситуациями, которые могут повлечь за собой разные последствия, поэтому в обучении крановщиков необходимо использовать инструменты, полностью имитирующие работу реального крановщика.

Вопросы, связанные с разработкой тренажеров, рассматриваются в работе Трухина «Анализ существующих в РФ тренажерно-обучающих систем», в работе Одинцова, Курсакова и Бондаренко «Тренажеры для обучения и контроля подготовленности спасателей».

Таким образом, разработка такого тренажера является актуальной задачей.

Тренажер – информационная система, необходимая для обучения и повышения квалификации специалистов. Обучение на тренажере будет заключаться в выработке у машиниста сенсомоторных навыков путем многократных повторений различных движений и ситуаций с помощью реальных устройств управления, например кресло-пульт.

В настоящее время на кафедре ИТАС разработан тренажер портального крана, но при изменении некоторых характеристик крана данный тренажер становится непригодным, поэтому необходимо разработать CASE-средство, с помощью которого можно будет проектировать тренажеры для кранов разных типов.

CASE-средства – это инструмент, который позволяет автоматизировать процесс разработки информационной системы и программного обеспечения. Основной целью применения CASE-средств является сокращение времени и затрат на разработку информационных систем и повышение их качества [1].

CASE-средство позволит увеличить скорость разработки симуляторов кранового типа, основываясь на том, что все краны имеют общие элементы. Чтобы найти общие черты элементов, предлагается использовать онтологическое моделирование. Онтология – формальное явное описание понятий в рассматриваемой предметной области.

Онтологическое моделирование предметной области позволяет уменьшить время проектировочных работ и получить более эффективный и качественный проект. Без проведения моделирования предметной области велика вероятность допущения большого количества ошибок, приводящих к экономическим потерям и высоким затратам на последующее перепроектирование системы. Вследствие

этого все современные технологии проектирования основываются на использовании методологии моделирования предметной области [2].

Целью данной работы является построение онтологических моделей портального крана, которые можно будет использовать при разработке CASE-средства для проектирования тренажеров кранов разных типов.

Объектом исследования является процесс разработки CASE-средства для построения тренажера портального крана, предметом – онтологические модели портального крана. Для достижения указанной цели необходимо решить следующие задачи:

- изучение предметной области;
- выделение основных моделей;
- построение моделей.

Разработку информационных систем принято начинать со структуризации области знаний. Для этого будем использовать онтологические модели, которые предоставляют возможность описать систему понятий портального крана на разных уровнях [5].

При исследовании предметной области использовались следующие модели: структурная, физическая, функциональная, а также модель данных и модель ограничений.

Заключение. Таким образом, в работе выделены и реализованы следующие модели:

- структурная модель показывает основные части предметной области;
- физическая модель является расширенным дополнением структурной модели, в данной модели полностью отображается физический смысл предметной области;
- функциональная модель изображает взаимодействие между элементами предметной области;
- модель данных включает в себя свойства и атрибуты объектов предметной области;
- модель ограничений задает ограничения для работы объектов предметной области.

Аналогичные модели можно построить для кранов других типов. Такие онтологические модели будут реализованы в системе онтологического моделирования Protégé, в которой можно будет разработать запросы для получения необходимой для построения симуляторов информации.

Библиографический список

1. CASE-средства [Электронный ресурс]. – URL: http://www.kpms.ru/Automatization/CASE_tools.htm (дата обращения: 02.02.2017).
2. Проектирование ИС [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.intuit.ru/studies/courses/2195/55/lecture/1628> (дата обращения: 02.02.2017).
3. Многомодельный подход к формализации предметной области / О.Л. Викентьева, А.И. Дерябин, Л.В. Шестакова, В.В. Лебедев // Информатизация и связь. – 2015. – № 3. – С. 51–56.
4. Муромцев Д.И. Онтологический инжиниринг знаний в системе PROTÉGE. – М., 2014.
5. Ворончихин Г.И., Косинов А.М., Резников В.Б. Технологическая инструкция на выполнение типовых операций при техническом обслуживании порталных кранов «Альбатрос», «Сокол» и «Кондор»: инструкция для крановщика. – М., 2013.
6. Гуревич С.Д., Дроздова И.М. Инструкция по эксплуатации порталных кранов «Альбатрос», грузоподъемностью 10/20 т постройки 1972–1974 гг. – М., 2013.

Сведения об авторах

Прохоров Арсений Николаевич – студент Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. АСУ-14-1б, г. Пермь, e-mail: prokhorov159@gmail.com.

Квитчик Родион Игоревич – студент Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. АСУ-14-1б, г. Пермь, e-mail: kvitchik.rodion@gmail.com.

О.А. Кашин, Р.Т. Мурзакаев, Р.А. Файзрахманов

ПРОГРАММНАЯ СИСТЕМА ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ПОКРЫТИЯ ТКАНЬЮ

В данной статье описан подход к построению программной системы численного моделирования процесса покрытия тканью трехмерных форм на основе математической модели ткани.

Ключевые слова: численное моделирование, САПР, математическая модель структуры ткани, композиционные материалы.

O.A. Kashin, R.T. Murzakaev, R.A. Fayzrakhmanov

NUMERICAL MODELLING PROGRAM SYSTEM OF THE PROCESS OF CLOTH COATING

In this article describes an approach to the construction of a software system for numerical simulation of the process of covering cloth with three-dimensional forms based on a mathematical model of tissue.

Keywords: numerical modeling, CAD, mathematical model of tissue structures, composite materials.

Введение. Текстиль и композиционные материалы на текстильной основе представляют собой особый класс современных материалов. Изменчивость и пространственная случайность геометрических характеристик текстильных композитов, очень сильно отражаются на полученных изделиях. Основными причинами этого являются отсутствие прогностических численных инструментов на ранних этапах проектирования и широкое применение ручного труда при производстве.

В настоящее время увеличение производительности труда разработчиков новых изделий, сокращение сроков проектирования, повышение качества разработки проектов – вот важнейшие проблемы, решение которых определяет уровень ускорения научно-технического прогресса общества, что нашло отражение в Указе Президента РФ от 7 июля 2011 г. № 899 [1] в перечне критических технологий Российской Федерации о создании ракетно-космической и транспортной техники нового поколения.

Постановка задачи. Текстильные материалы обладают иерархией структуры. Сложность и иерархичность структуры (уровни масштаба: 10–5 м – волокна, 10–3 м – нити, 10–1 м – ткань, 100 м – деталь из композита) ведут к сложности моделей материала, обилию упрощающих предположений, высокой погрешности расчетов, накапливающихся при продвижении от одного уровня иерархии к следующему [2].

Наряду с усложнением иерархичность структуры открывает путь к обобщенному, систематическому и модульному подходу к моделированию текстильных материалов, используя принцип гомогенизации, обобщающий свойства на нижнем уровне при переходе на внешний. Ключ для перехода от эмпирического построения модели функционирования многослойного текстильного композита состоит в разработке программ, которые базируются на принципе многоуровневого моделирования.

Требуется разработать программную систему численного моделирования процесса покрытия тканью, позволяющую рассматривать текстильные материалы на уровне деталей из композита.

Теоретические основы. Программная система численного моделирования процесса покрытия тканью трехмерных объектов является системой автоматизированного проектирования и состоит из проектирующей и обслуживающих подсистем. К проектирующей подсистеме относится подсистема моделирования взаимодействия трехмерных объектов. К обслуживающим подсистемам относятся подсистемы импорта, экспорта данных и пользовательский интерфейс. С помощью обслуживающих подсистем осуществляется функционирование проектирующей системы, а их единство называется системной средой или оболочкой САПР. На рис. 1 показаны основные процессы, протекающие в системе численного моделирования.



Рис. 1. Основные процессы системы численного моделирования

Моделирование взаимодействия трехмерных объектов происходит на основе методов описания движения тел, обнаружения и реагирования на коллизии. Процессы импорта моделей объектов предназначены для получения данных о покрываемых трехмерных формах из систем графического редактирования в форматах STL и OBJ. Процессы экспорта моделей детали предназначены для использования полученной выкройки детали в системах раскроя в форматах DXF, PDF, SVG и для использования полученной в результате трехмерной формы детали в системах конечно-элементного анализа в форматах PLY, STL, OBJ.

Построение системы. Моделирование ткани похоже на моделирование набора взаимосвязанных последовательностей материальных точек, соединённых гибкими пружинами. Пружины придают поведению ткани реалистичную деформацию при растяжении-сжатии, изгибе и сдвиге. Моделирование явления сдвига осуществляется через растяжение-сжатие пружин, образующих диагональ ячейки.

Программная система производит численное моделирование покрытия трехмерных моделей тканью на основе математической модели многосвязной структуры ткани, пример представлен на рис. 2.

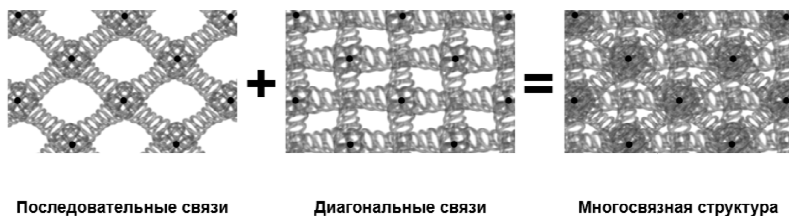


Рис. 2. Модель многосвязной структуры ткани

Ткань представляется в виде сетки материальных точек, которые размещены в точках пересечения продольных и поперечных нитей ткани. В ткани тонкие волокна скручены в нити, и эти нити более или менее жестко сплетены во взаимосвязанную сеть. Каждая точка связана с соседними точками по горизонтали, вертикали и диагонали посредством пружин. Внешнее представление ткани – это просто плоская сетчатая модель. Положение каждой вершины модели должно соответствовать положению одной из материальных точек сетки.

Одно из преимуществ использования данного метода для моделирования ткани – это то, что материальные точки, образующие ткань, могут взаимодействовать с любыми другими объектами. Для моделирования взаимодействия используются методы обнаружений столкновений и реакции на них. Методы обнаружения и реакции на столкновения, применимые к ткани, позволяют ей оборачиваться вокруг других объектов и взаимодействовать с внешними силами.

В идеальном варианте пружина представляет собой пример незатухающих гармонических колебаний, однако из-за неидеальности пружин и рассеивания энергии колебания постепенно гаснут. Согласно закону Гука [3, 4] получено выражение

$$F = -kx. \quad (1)$$

Данное выражение позволяет описать гармонический характер пружин, а значение k – определяет жесткость пружины. Чем жестче пружина, тем больше усилие, с которым она тянет массу по направлению к равновесному положению. Поэтому чем жестче пружина, тем больше ее значение k . У мягких пружин значение k невелико, поскольку развиваемые ими усилия малы.

Для описания затухающего характера колебаний пружины применяется выражение (2), которое описывает неидеальность пружин, рассеивание энергии и возможное сопротивление среды:

$$F = -b \frac{dx}{dt}, \quad (2)$$

где b – коэффициент, связывающий тормозящую силу и скорость, первую производную пути пружины. Общая формула силы, действующей на груз под действием пружины, описывается формулой

$$F = -kx - b \frac{dx}{dt}. \quad (3)$$

Сила, полученная согласно (1), которую развивает пружина, может оказаться меньше, чем величина силы, полученной согласно (2). Так ли это, зависит от значений жесткости пружины коэффициента затухания. Если коэффициент затухания велик по сравнению с жесткостью пружины, то сила затухания может превзойти силу, развиваемую пружиной. Однако это невозможно с физической точки зрения. Поэтому гарантия того, что гасящая сила не превысит

силы, развиваемые пружиной, обеспечивает устойчивость моделируемой системы масс и пружин.

Итоговая сила прикладывается пружиной к материальным точкам, к которым она прикреплена, в противоположных направлениях.

В результате тестирования разработанной системы численного моделирования процесса покрытия тканью на основе математической модели многосвязной структуры ткани были получены результаты, представленные на рис. 3.

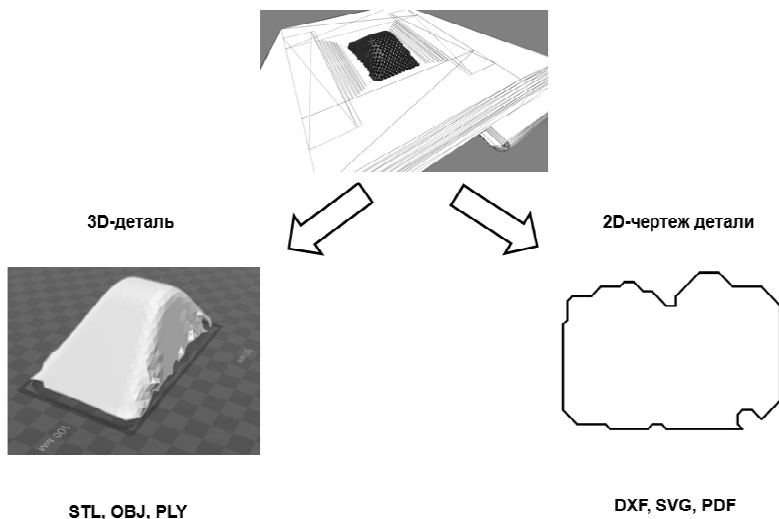


Рис. 3. Результаты тестирования системы

В результате численного моделирования покрытия многосвязной тканью трехмерной формы была получена трехмерная текстильная деталь в форматах STL, OBJ, PLY, доступная для дальнейшего анализа, и двухмерный чертеж полученной детали в форматах DXF, SVG, PDF, доступный для выполнения раскроя текстиля [5].

Заключение. В данной статье был описан и применен подход к численному моделированию процесса покрытия тканью трехмерных форм на основе математической модели многосвязной структуры ткани.

С помощью данного подхода была разработана система, позволяющая моделировать покрытие тканью для получения трехмерной формы текстильной детали и выкройки текстильной детали.

Библиографический список

1. Перечень критических технологий Российской Федерации [Электронный ресурс] // Указ Президента РФ от 7 июля 2011 г. № 899. – URL: <http://kremlin.ru/supplement/988> (дата обращения: 02.02.2017).
2. Ломов С.В. Ферпуст И. WiseTex – виртуальный мир и реальное прогнозирование структуры и свойств текстильных полимерных композитов // Технический текстиль. – 2006. – № 13.
3. Новацкий В. Теория упругости: пер. с пол. – М.: Мир, 1975. – 872 с.
4. Конгер Д. Физика для разработчиков компьютерных игр / пер. с англ. А.С. Моляко. – М.: БИНОМ: Лаборатория знаний, 2007. – 520 с.
5. Sherburn, M Geometric and Mechanical Modelling of Textiles // Ph.D. thesis. – University of Nottingham, 2007.

Сведения об авторах

Кашин Олег Андреевич – магистрант Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. РИС-15-1м, г. Пермь, e-mail: kashin.oleg@list.ru.

Мурзакаев Рустам Талгатович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: rustmur@gmail.com.

Файзрахманов Рустам Абубакирович – доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: fayzrakhmanov@gmail.com.

**А.В. Веретехин, И.В. Гертнер, А.Н. Гурулев,
Д.Е. Пась, А.С. Фадеев**

СИСТЕМА «УМНЫЙ ДОМ»

В данной статье приведено описание процесса разработки системы «Умный дом».

Ключевые слова: система, умный дом.

**A.V. Veretekhin, I.V. Gertner, A.N. Gurulev,
D.E. Pas, A.S. Fadeev**

"SMART HOUSE" SYSTEM

In this article describes the process of developing the «Smart House» system.

Keywords: system, smart house.

Система «Умный дом» направлена на автоматизацию процессов управления оборудованием современного жилья человека (электро- и водоснабжение, отопление, освещение, кондиционирование и вентиляция), а также на своевременное оповещение о нештатных ситуациях (возгорание, несанкционированное проникновение и т.д.). Стоит упомянуть, что отношение к данной системе в России несколько отличается от аналогичного в Европе. В Европе разработки систем автоматизации дома и быта воспринимаются как неотъемлемая часть жизнеобеспечения, в связи с чем производится максимальная унификация подобных систем, они являются вполне доступными для рядового пользователя. В России «Умный дом» рассматривается как решение для высокобюджетных проектов, что влечет за собой индивидуальный подход к каждому пользователю и делает систему менее доступной.

Целью проекта «Умный дом» является создание простой и относительно доступной системы домашнего контроля и оповещения на базе микроконтроллера Atmega 328p и платы Arduino.

В работе были выделены следующие этапы:

1. Создание системы индикации закрытия-открытия дверей и окон.
2. Осуществление контроля влажности и температуры воздуха (подача сигнала на «умный» переключатель, который управляет системами теплого пола и обогрева, если таковые имеются).

3. Применение датчика статического электричества (если в воздухе накапливается большой статический заряд – предвестник грозы, то подается сигнал на микроконтроллер, и если электроприборы в помещении не были отключены, то по достижении какого-то предельного (опасного заведомо) заряда, приборы выключаются автоматически).

4. Осуществление индикации движения и включение света (в коридоре) – вечером и ночью.

5. Управление всей системой через GSM-модуль.

6. Реализация функций охраны.

7. Открытие входной двери с помощью NFC-метки.

8. Создание контролирующего онлайн-приложения и веб-сайта с помощью внешнего сервера на базе встраиваемого микрокомпьютера Raspberry Pi.

В процессе проектирования и разработки системы «умный дом» были реализованы и отлажены следующие подсистемы.

Была собрана сигнализация на двери с оповещением и возможностью включения/выключения по командам SMS-сообщений. Как основной элемент для решения данной задачи был выбран геркон ввиду его дешевизны, а также простоты работы с ним. В результате была собрана простая и надежная сигнализация, включающаяся либо нажатием кнопки, либо SMS-сообщением хозяина. При возникновении признаков проникновения осуществляется оповещение об этом хозяина посредством SMS-сообщения. Имеется также возможность отключения тревоги посредством нажатия отдельной кнопки.

Была реализована подсистема контроля протечки воды с оповещением посредством SMS-сообщений. Датчик ставится непосредственно в места, в которых возможна утечка. Влага, попадающая на датчик, уменьшает сопротивление между электродами, активирует его и посредством GSM-модуля информация посылается пользователю.

Реализована подсистема контроля освещения. Данная система состоит из ИК-датчика, реле и лампы накаливания. Инфракрасный датчик распознает движение объектов (например, человека), после чего передает сигнал на Arduino. Посредством реле, подключенного к сети 220 В, включается лампа накаливания. Таким простым образом реализуется автоматическое включение света при обнаружении движущегося объекта. Подсистема автоматического включения света предназначена для экономии электроэнергии при освещении коридоров и проходных зон дома.

Была собрана и интегрирована с микроконтроллером пожарная сигнализация. Для реализации данного решения были выбраны фототранзистор и датчик дыма, которые при одновременном возникновении признаков пожара (дыма и пламени) подают сигнал на пьезоэлемент, который, в свою очередь, издает оповещающие звуковые сигналы. Данный модуль также может осуществлять информирование пользователя посредством SMS-сообщений.

Собрана подсистема дистанционного оповещения хозяина. В качестве элемента связи с пользователем был выбран GSM-модуль SIM800L в силу относительной простоты по работе с ним, а также широкой доступности для среднестатистического пользователя. Модуль способен проводить отправку SMS-сообщений, проводя оповещение о возникновении нештатных ситуаций, таких как возгорание, несанкционированное проникновение, протечка воды. Связь GSM-модуля с микроконтроллером осуществляется через последовательный порт RS-232. Для обеспечения повышенного энергопотребления GSM-модуля организовано отдельное питание от сети 220 В с применением стабилизированного блока питания на 5 В. В дальнейшем от этого же источника был запитан центральный микроконтроллер со всеми подсистемами.

Осуществление контроля за статическим электричеством повлекло за собой определенные трудности. На основе созданного датчика (который включал в себя полевой транзистор с p - n переходом, который необходим для решения данной задачи) и с использованием резистора был собран датчик статического электричества. Однако ввиду большого количества наведенных токов датчик передавал весьма неточные показания на микроконтроллер, что на данном этапе разработки воспрепятствовало получению достоверных сведений о наличии статического электричества в воздухе.

Тестовые запуск и эксплуатация показали состоятельность данного решения. Заявленный выше функционал работает стабильно и без перебоев. Также была установлена особенность работы системы после перезагрузки и повторного запуска системы, ей необходимо несколько (около 2) минут для начала стабильной работы. Это связано с «калибровкой» GSM-модуля, однако существенного влияния на работу системы это не оказывает.

Схема системы «умный дом» приведена на рисунке.

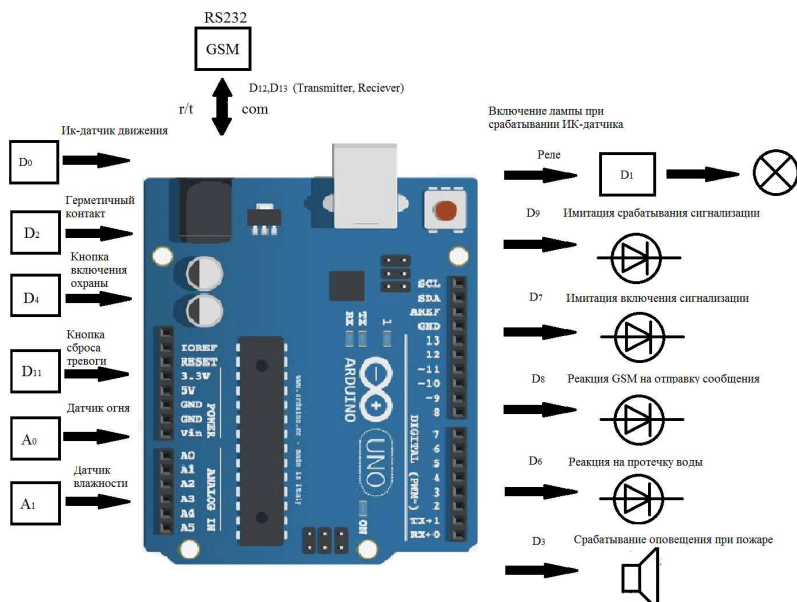


Рис. Схема проекта

Заключение. В настоящее время начата разработка элементов системы «Умный дом», которые пока не включены в основную систему контроля домом.

Ведется работа по настройке системы контроля двери с помощью NFC-метки. Модель этой системы включает в себя: отдельный микроконтроллер Arduino, сервопривод, RFID – модуль RC 522 с NFC-меткой.

На стадии разработки находится идея о развертывании онлайн-приложения для контроля системы с помощью сервера Raspberry Pi.

В заключение следует отметить, что основными преимуществами данной системы являются следующие: достаточно простой реализации монтажа и управления, доступность по цене как системы в целом, так и составляющих для последующего обслуживания и расширения, доступность для среднестатистического пользователя (достигается благодаря использованию дешевого и надежного микроконтроллера Arduino).

Библиографический список

1. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freeduino. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 256 с.
2. Arduino Starters Kit Manual. A Complete Beginners guide to the Arduino by Mike McRoberts – Published 2009 by Earthshine Design.
3. Проекты с использованием контроллера Arduino. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2015. – 448 с.

Сведения об авторах

Веретехин Артем Валерьевич – студент Национального исследовательского Томского политехнического университета, Института кибернетики, гр. 8Т52, г. Томск, e-mail: Tyrant997@gmail.ru.

Гурулев Александр Николаевич – студент Национального исследовательского Томского политехнического университета, Института кибернетики, гр. 8Е51, г. Томск, e-mail: gurulev.alexandr@gmail.com.

Гертнер Иван Владимирович – студент Национального исследовательского Томского политехнического университета, Института кибернетики, гр. 8Е51, г. Томск, e-mail: gertner12@yandex.ru.

Пась Денис Евгеньевич – студент Национального исследовательского Томского политехнического университета, Института кибернетики, гр. 8Т52, г. Томск, e-mail: denis.pas2012@yandex.ru.

Фадеев Александр Сергеевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматика и компьютерные системы» Национального исследовательского Томского политехнического университета, Института кибернетики, г. Томск, e-mail: fas@tpu.ru.

В.С. Приступов, Р.Т. Мурзакаев

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ШТРАФНЫХ ФУНКЦИЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ МАРШРУТИЗАЦИЕЙ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

В данной статье рассматривается применение метода штрафных функций для управления маршрутизацией режущего инструмента. Такое управление необходимо, поскольку критерии маршрутизации, ориентированные на повышение качества маршрута, могут значительно ухудшить общее время резки. Трудноформализуемые критерии становятся более актуальными с каждым новым поколением станков с числовым программным управлением. Метод штрафных функций позволяет сохранять последовательную обработку, используя в качестве второстепенного критерия минимизацию холостых перемещений режущего инструмента.

Ключевые слова: метод штрафных функций, раскрой материала, маршрутизация режущего инструмента.

V.S. Pristupov, R.T. Murzakaev

USAGE OF THE PENALTY FUNCTIONS METHOD FOR CONTROL CUTTING TOOL ROUTING

In this article the usage of the penalty functions method for control cutting tool routing is considered. Such control is necessary, because routing criteria oriented to improving the quality of the route may significantly worsen the overall cutting time. Difficulty formalized criteria become more relevant with each new generation of CNC machines. The penalty functions method allows to keep sequential processing by using the minimization of idle movements of the cutting tool as a secondary criterion.

Keywords: penalty functions method, material cutting, cutting tool routing.

Введение. Одним из ключевых этапов процесса раскроя листового материала является построение маршрута режущего инструмента (РИ). Оптимизация данного процесса позволяет ускорить производство и тем самым увеличить его объем.

Формирование оптимального маршрута РИ в общем случае не представляется возможным из-за необходимости проверки большого количества вариантов, нелинейно растущего с увеличением количества обрабатываемых контуров резки (плоские замкнутые геометрические объекты, состоящие из дуг и отрезков).

Существует несколько популярных критериев для оптимизации процесса формирования маршрута РИ:

- минимизация холостых перемещений РИ – достигается за счет более последовательного обхода контуров резки;

- минимизация рабочих перемещений РИ – достигается за счет применения различных технологий резки (совмещенный рез, цепной рез и др.);

- минимизация общего времени резки – достигается за счет комбинированного использования двух предыдущих критериев;

- максимизация качества маршрута РИ – достигается за счет учета трудно формулируемых ситуаций, приводящих к аварийным ситуациям при производстве или к браку изделия.

На данный момент успешно решается задача с применением первых трех критериев. Разработано множество сложных эвристических алгоритмов и их модификаций [1]. Однако в ряде случаев невозможно построить маршрут РИ, не полагаясь на опыт специалиста [2].

Критерий повышения качества маршрута недостаточно хорошо изучен и сложен в реализации, однако ввиду совершенствования станков с каждым новым поколением применение первых трех критериев становится менее актуальным, в то время как на вмешательство оператора станка в процесс раскроя по-прежнему затрачивается значительное время.

Распространенным примером подобных ситуаций является образование карманов материала в процессе резки. Подробнее об этих ситуациях и алгоритме решения изложено в [3]. У алгоритмов, работающих с различными вариантами критериев качества, сокращение общего времени резки является второстепенным критерием, поэтому могут возникнуть случаи локального углубления ближе к центру карты раскроя. При выходе из таких ситуаций почти всегда сильно ухудшается общее время резки.

Цель данной работы – разработать механизм управления маршрутизацией РИ с применением метода штрафных функций для алгоритмов, работающих с критерием качества маршрута.

Метод штрафных функций. Применительно к управлению маршрутизацией РИ-метод штрафных функций может использоваться для соблюдения технологических ограничений и контроля последовательного обхода контуров резки.

Основным технологическим ограничением при маршрутизации РИ является соблюдение условия предшествования, которое формулируется

следующим образом: если при обработке i -го контура c_i , принадлежащего множеству S , существует такой j -й контур c_j , принадлежащий множеству S и $i! = j$, что контур c_j располагается внутри площади контура c_i , то контур c_j должен быть обработан раньше контура c_i .

Данное ограничение не имеет исключений, поскольку при его несоблюдении будут обработаны не все контуры и заказ на изделия не будет выполнен. Для соблюдения такого условия с помощью метода штрафных функций достаточно временно накладывать условно бесконечный штраф на те контуры резки, которые содержат невырезанные контуры. Аналогичный штраф следует накладывать и в случае образования карманов материала, описанных в [3].

Наибольший интерес представляют случаи, когда при соблюдении технологических ограничений алгоритм формирования локально оптимального маршрута по кратчайшему пути заводит режущий инструмент в глубь карты раскроя, например, по внутренним контурам деталей, расположенных близко к границе внешнего контура (рис. 1).

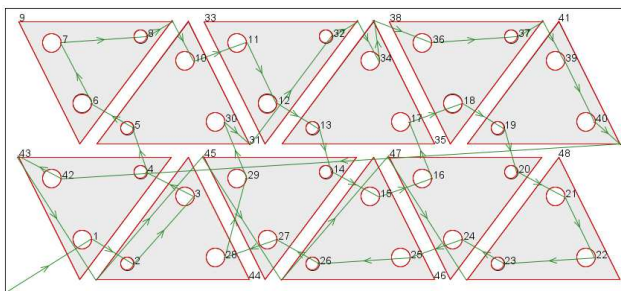


Рис. 1. Построение маршрута РИ с повторным обходом деталей (7262 мм)

По маршруту (цифрами обозначен порядок резки контуров), показанному на рис. 1, видно, что даже на примере 12 деталей (48 контуров резки) может возникнуть ситуация, когда маршрут совершит несколько кругов по обходу всех деталей, в то время как крупные карты раскроя могут содержать до нескольких сотен контуров резки. Подобные случаи в основном возникают на станке лазерной резки, поскольку данная технология разрешает переход между внутренними контурами разных деталей, а также неполную обработку контуров резки (например, из-за локального перегрева фрагмента контура). Неоднократные обходы станком одних и тех же деталей на больших картах раскроя могут значительно увеличить общее время резки.

Для сокращения неоправданных холостых перемещений по карте раскроя с последующим возвратом предлагается ввести динамическую область наложения штрафа на потенциальные решения, которая формируется следующим образом.

Область всегда имеет прямоугольную форму. Высота области (значение по оси ординат) всегда равна высоте листа раскраиваемого материала. Ширина области (значение по оси абсцисс) высчитывается динамически на каждой итерации алгоритма формирования маршрута РИ таким образом, чтобы она охватывала все оставшиеся не обработанные контуры резки на карте раскроя (рис. 2), но не больше.

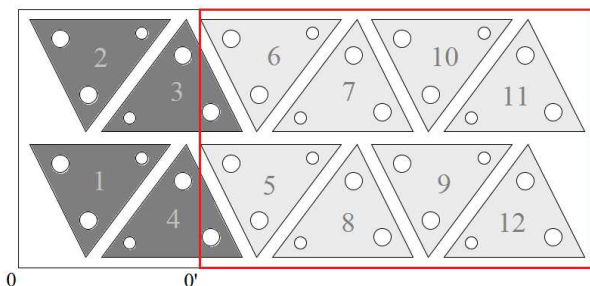


Рис. 2. Пример штрафной области (выделена красным)

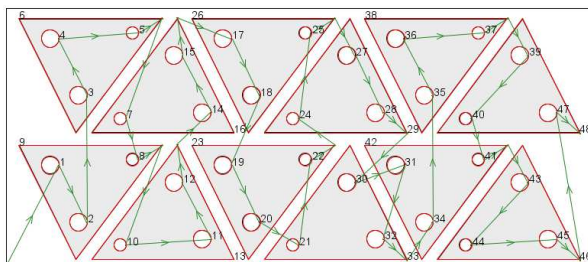


Рис. 3. Формирование маршрута РИ с применением штрафа (6834 мм)

На рис. 2 показан момент времени, когда в маршрут уже включены детали с первой по четвертую. Внутри образованной оставшимися деталями штрафной области действует собственная система координат. На все решения в области накладывается штраф, равный удвоенной абсциссе следующей потенциальной точки маршрута в локальной системе координат. По ординате штраф не накладывается.

Итоговое значение критерия складывается из двух слагаемых: величина холостого перехода от последней точки маршрута к новой

потенциальной и величина штрафа в текущей области. Такой подход позволяет искусственно контролировать неравномерное углубление РИ по карте раскроя и в то же время не исключает углубления совсем для расширения области поиска.

С применением описанного подхода маршрут, изображенный на рис. 1, может быть перестроен (рис. 3).

На рис. 3 можно отметить более упорядоченный маршрут РИ и улучшение критерия по холостому ходу на 6 %. За счет упорядочения маршрута сокращается и время вмешательства оператора станка в процесс. Разработанный подход протестирован и интегрирован в систему раскроя ITAS Nesting [4].

Библиографический список

1. Петунин А.А. Методологические и теоретические основы автоматизации и проектирования раскроя листовых материалов на машинах с числовым программным управлением: дис. д-ра техн. наук. – Уфа, 2009. – 348 с.

2. Макачук Н.В. Исследование и разработка математического и программного обеспечения подсистемы САПР лазерной резки листового материала: дис. ... канд. техн. наук. – СПб., 2003. – 156 с.

3. Приступов В.С. Алгоритм формирования технологически правильной последовательности обработки деталей // Журнал магистров. Информационные технологии. – 2016. – № 2. – С. 213–218.

4. Мурзакаев Р.Т., Шилов В.С., Брюханова А.А. Программный комплекс фигурного раскроя материала ITAS NESTING // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2015. – № 13. – С. 15–25.

Сведения об авторах

Приступов Виталий Сергеевич – магистрант Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. АСУ2-15-1м, г. Пермь, e-mail: aerolisk@gmail.com.

Мурзакаев Рустам Талгатович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: rustmur@gmail.com.

Ю.С. Кирова, Р.Т. Мурзакаев

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИ ТЕРМИЧЕСКОЙ РЕЗКЕ ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА

В данной статье рассмотрено решение задачи распределения температуры при термической резке методом конечных элементов. Для двух материалов представлены температурные поля с учетом поворота источника нагрева под углом 45 градусов к направлению движения.

Ключевые слова: метод конечных элементов, температурное распределение, термическая резка, уравнение теплопроводности.

Yu.S. Kirova, R.T. Murzakaev

PROBLEM SOLVING TEMPERATURE DISTRIBUTION IN HEAT CUTTING OF SHEET MATERIAL

In this article the problem solving temperature in heat cutting with moving source is analyzed. The problem is solved by using finite elements method. The temperature distribution of heat source rotate with angle equal 45 degrees on the path direction is shown as isothermal lines.

Keywords: finite elements method, temperature distribution, heat cutting, heat conduction equation.

Раскрой листового материала с помощью термической резки представляет собой сложный процесс, который сопровождается большим выделением тепла. При резке металлов коэффициент поглощения теплового излучения материалом увеличивается примерно в 3–4 раза [1]. Каждый из видов тепловой резки (газовая, плазменная, лазерная, электроэрозионная) отличается множеством параметров, например, ширина и скорость реза, максимальная скорость движения резака на холостом и рабочем ходу, максимальная толщина разрезаемого материала, ограничения по маркам обрабатываемого материала, величина тепловых деформаций и др. [2].

Моделирование и расчёт нестационарных процессов, сопровождающих нагрев материала при резке в трехмерной постановке, достаточно сложные и ресурсоемкие процессы, поэтому на первом этапе исследований будем рассматривать двумерную модель теплопереноса для минимизации вычислительных ресурсов.

Для решения задачи температурного распределения можно использовать как аналитические, так и численные методы. Все они имеют один набор исходных данных: дифференциальное уравнение теплопроводности, краевые условия, теплофизические свойства материала, характеристики источника нагрева. В данной статье для решения задачи использован метод конечных элементов [3].

МКЭ применяется для решения задачи теплопроводности вне зависимости от дополнительных условий, таких как геометрические размеры заготовки, теплофизические свойства материала и др. [3, 4].

Недостатком метода является то, что с увеличением числа узлов и элементов значительно возрастает объем вычислений.

Нелинейное дифференциальное уравнение теплопроводности имеет следующий вид [1]:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial y} \right) + \frac{q_3}{cp}, \quad (1)$$

где T – искомое значение температуры, К; t – время, с; λ – коэффициент теплопроводности, Вт/м·К; cp – удельная объемная теплоемкость, Дж/кг·К; q_3 – внутренний источник нагрева, Вт/м².

Дифференциальное уравнение теплопроводности характеризует связь между пространственным и временным изменением температуры тела, т.е. оно математически описывает перенос тепла внутри тела. Начальное и граничное условия формируют краевые условия.

Используем граничные условия первого и третьего рода, описанные в [5]. Поворот источника будет производиться под углом 45 град к направлению движения. Значения теплофизических свойств материалов, используемых при решении задачи, представлены в таблице.

Значения теплофизических свойств материала [6]

Параметры	Алюминий	Сталь Ст45
Коэффициент теплопроводности, Вт/м·К	238	45,4
Коэффициент теплоотдачи, Вт/м ² ·К	21	7,9
Коэффициент температуропроводности, м ² /с	$8,418 \cdot 10^{-5}$	$8 \cdot 10^{-6}$
Температура плавления, К	933	1738

Остальные параметры моделирования одинаковы для рассматриваемых материалов: мощность источника – 1000 Вт/м²; габариты листа – 80×80 мм; начальная температура внешней среды – 300 К; начальная температура листа – 300 К.

Источник тепла движется по узловым точкам (рис. 1), переход от одного узла к другому осуществляется только по достижении температуры плавления материала. Допустимым является переход от одного узла к другому по ребру (см. рис. 1, *a*). Переход по траектории 2, 3 является недопустимым (см. рис. 1, *a*).

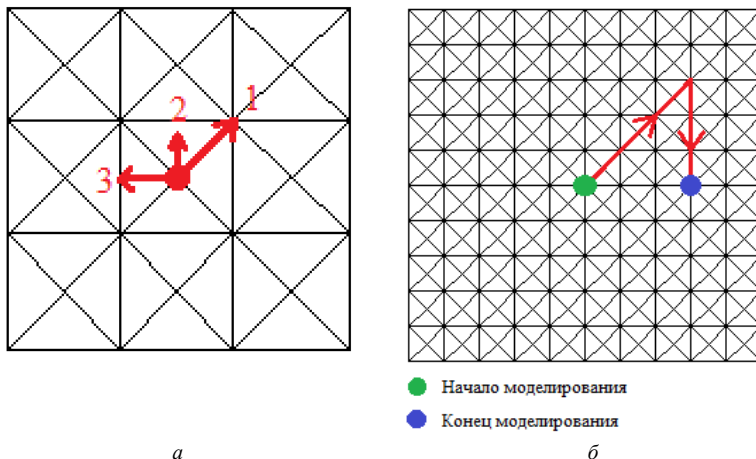
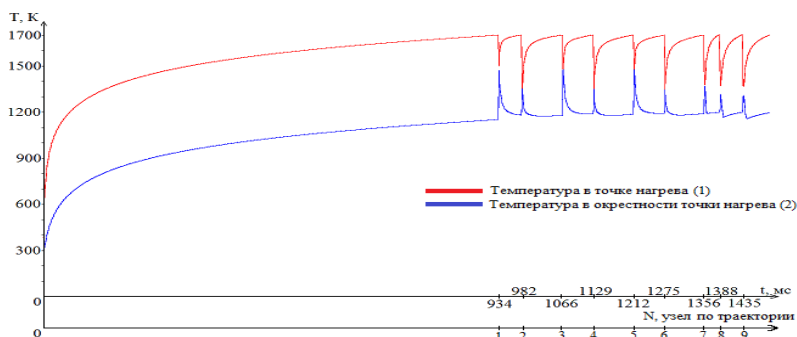


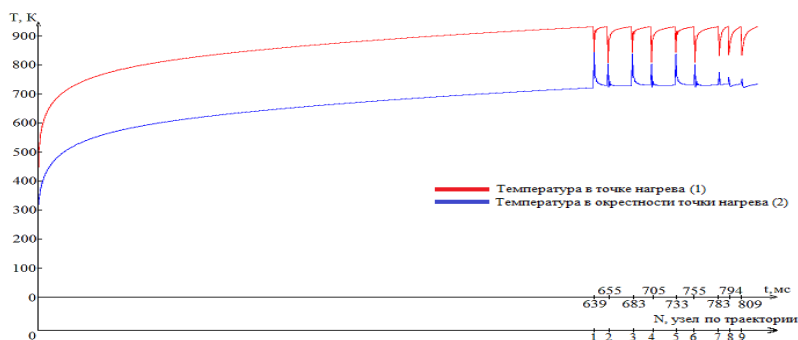
Рис. 1. Выбор траектории движения источника нагрева (*a*): 1 – допустимый переход; 2, 3 – недопустимый переход; траектория движения источника при моделировании (*б*)

Зависимость температуры в точке нагрева и среднее значение температуры в окрестности точки нагрева от времени представлены в виде графиков на рис. 2. Колебания графика соответствуют переходу источника нагрева между соседними узлами сетки (см. рис. 1, *б*). Нагрев начальной точки начинается с температуры в 300 К и продолжается до температуры плавления (см. рис. 2, график 1), затем источник переходит в следующий узел, при этом начальная температура для текущего шага интегрирования уравнения (1) становится равной текущему значению в этом узле, что отображено «пилой» на графике 1 (см. рис. 2). Самый длинный участок на графике соответствует первому узлу, так как источнику требуется больше времени на нагрев листа. Возникновение разрыва между графиками 1 и 2 соответствует времени после поворота источника. Значения температуры на графике 2 соответствуют среднему значению в окрестности по 4 узлам. А так как температура узлов в «углу» траектории (см. рис. 1, *б*) выше, чем у тех узлов, которые ближе к краю листа, то и наблюда-

ется разрыв между графиками. Для нагрева узлов 6–9 по траектории требуется меньше времени, так как они имеют большую начальную температуру, следовательно, источник перемещается быстрее.



а



б

Рис. 2. Графики зависимости температуры в точке нагрева и в окрестности точки нагрева от времени: а – для стали Ст45; б – для алюминия

На рис. 3 представлено распределение температуры для движущегося источника нагрева. В начальный момент времени (точка 1) источник находился в центре листа (см. рис. 3, а, в). На рис. 3, а, в представлено распределение температуры внутри заготовки до поворота источника (точка 2). Траектория движения состоит из девяти последовательных переходов по узлам дискретной области (см. рис. 1, б). На рис. 3, б, г показано конечное температурное поле. Границы пространства тепла изображены в виде изолиний.

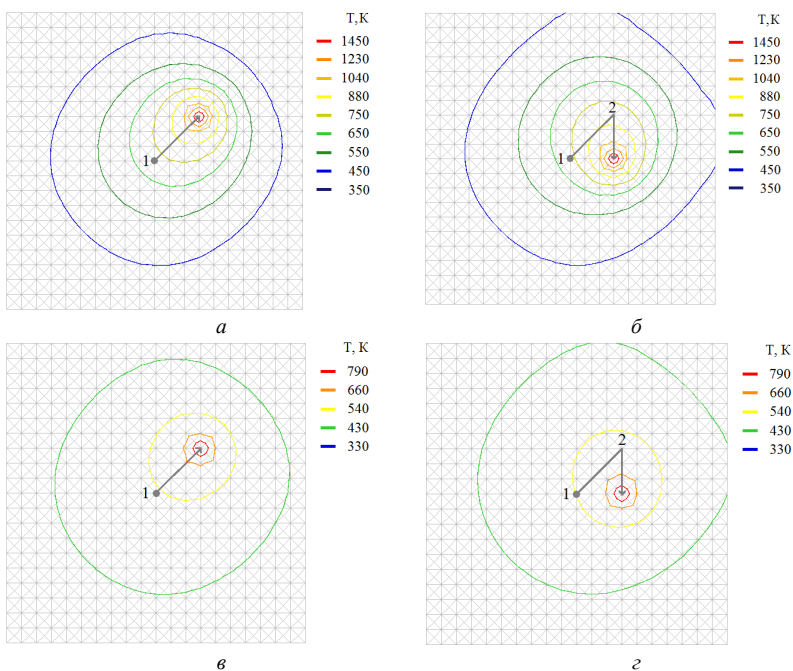


Рис. 3. Температурное распределение при повороте источника нагрева под углом 45 град к направлению движения: а, б – для стали Ст45; в, г – для алюминия

Температурные распределения, приведенные на рис. 3, похожи формой изолиний, но отличаются друг от друга по значениям температуры, так как у стали и алюминия различные теплофизические свойства.

Таким образом, разработан инструмент для оценки распределения температуры при резке, который можно использовать внутри программного комплекса ITAS Nesting 2.0. Инструмент не предназначен для работы с заготовками большой толщины, поскольку работает только с двухмерной моделью теплопроводности.

Библиографический список

1. Кисаев Р.А. Автоматизация технологического процесса лазерной резки металлов на основе объемного распределения температурного поля: дис. ... канд. техн. наук. – Набережные Челны, 2011. – 106 с.
2. Петунин А.А. О некоторых стратегиях формирования маршрута инструмента при разработке управляющих программ для ма-

шин термической резки материала // Вестник УГАТУ. Управление, вычислительная техника и информатика. – 2009. – Т. 13. – № 2(35). – С. 280–286.

3. Фокин В.Г. Метод конечных элементов в механике деформируемого твёрдого тела: учеб. пособие. – Самара: Изд-во Самар. гос. техн. ун-та, 2010. – 131 с.

4. Галанин М.П., Савенков Е.Б. Методы численного анализа математических моделей. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. – 591 с.

5. Тепломассообмен: учеб.-метод. комплекс / под ред. М.С. Лобасова, К.А. Финников, В.В. Васильев [и др.]. – Красноярск, 2009. – 295 с.

6. Негода Е.Н. Тепловые процессы при сварке: учеб. пособие. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2008. – 125 с.

Сведения об авторах

Кирова Юлия Сергеевна – магистрант Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. АСУ2-15-1м, г. Пермь, e-mail: yulia-yulik@mail.ru.

Мурзакаев Рустам Талгатович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: rustmur@gmail.com.

С.В. Кудрявцев, А.А. Петренко

ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ БАЗЫ ДАННЫХ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

В данной статье представлены анализ различных СУБД и выбор оптимальной из них, а также методология построения БД.

Ключевые слова: система управления базой данных, база данных, клиент-сервер.

S.V. Kudryavcev, A.A. Petrenko

FEATURES OF CREATING DATABASE OF EQUIPMENT FOR POWER PLANTS

This article presents an analysis of different DBMS and select the best of them and also the methodology of the construction of the database.

Keywords: Database Management System, database, client-server.

Современная наука достаточно далеко продвинулась в области разработки баз данных. На современном этапе развития существует множество различных СУБД, которые позволяют реализовать практически любую схему расположения данных. Самыми многофункциональными являются такие системы, как Oracle, Firebird, DB2, MS SQL Server, MySQL, Sybase Adaptive Server Enterprise, Cache, ЛИНТЕР.

Наиболее современной технологией, которая используется в программных продуктах для реализации баз данных, является технология «клиент–сервер». При этом разрабатываемое приложение способно работать с многими форматами представления данных, осуществлять экспорт и импорт данных благодаря наличию большого числа конвертеров [1].

Для детального проведения анализа необходимо рассмотреть более подробно такие программные продукты, как Visual Basic, Visual FoxPro, Visual C++, Access, SQL Server и др. Наиболее интересным в этих пакетах является то обстоятельство, что у них имеются возможности интеграции, совместной работы и использования данных, так как данные пакеты являются продуктами одного производителя, а также используют сходные технологии обмена данными [2, 3].

Сравнение различных СУБД приведено в таблице.

Сравнение различных СУБД

Характеристика	Oracle	MySQL	Microsoft SQL Server
Интерфейс	GUI, SQL	SQL	GUI, SQL, другое
Поддержка языков	C, C++, Java, Ruby, Objective C и др.	C, C++, Java, Ruby, Objective C и др.	Java, Ruby, Python, VB, .Net, PHP
Операционная система	Windows, Linux, Solaris, HP-UX, OS X, z/OS, AIX	Windows, Linux, OS X, FreeBSD, Solaris	Windows
Размер таблицы	4 Гб	256 Тб	524258 Тб
Размер строки	8 Кб	64 Кб	Не ограничен
Размер БД	Не ограничен	Не ограничен	Не ограничен
Лицензия	Проприетарная	Свободная	Проприетарная

Таким образом, для проектирования и реализации наиболее оптимально подходит MySQL Server.

При проектировании БД оборудования для энергетических предприятий в MySQL Server целесообразнее использовать элементы теории множеств с целью исключения лишней информации.

Для интуитивного понятия составляющих атрибутов БД оборудования для энергетических предприятий существенны два момента: различимость каждого элемента всех множеств; возможность осмыслить их как единое целое. Под конкретным множеством необходимо понимать конкретную базу данных.

Анализ показал, что дублирование одних и тех же атрибутов в разных таблицах для параметров оборудования энергетического предприятия усложняет работу с ними в геометрической прогрессии. При этом количество кортежей, например для трех взаимосвязанных таблиц, можно вычислить с помощью декартова произведения данных таблиц, которые можно рассчитать по формуле

$$\Omega = A \times B \times C, \quad (1)$$

где A – родительская таблица по отношению к таблице B ; B – родительская таблица по отношению к таблице C .

В целях исключения дублирования целесообразнее использовать круги Эйлера–Венна, как это показано на рисунке.



Рис. Пример использования кругов Эйлера-Венна для исключения дублирования (общая БД)

Методология построения баз данных базируется на теоретических основах их проектирования. Для понимания концепции методологии приведем основные ее идеи в виде двух последовательно реализуемых на практике этапов:

1-й этап – обследование всех функциональных подразделений фирмы с целью:

- понять специфику и структуру ее деятельности;
- построить схему информационных потоков;
- проанализировать существующую систему документооборота;
- определить информационные объекты и соответствующий состав реквизитов (параметров, характеристик), описывающих их свойства и назначение.

2-й этап – построение концептуальной информационно-логической модели данных для обследованной на 1-м этапе сферы деятельности. В этой модели должны быть установлены и оптимизированы все связи между объектами и их реквизитами. Информационно-логическая модель является фундаментом, на котором будет создана база данных [4].

Организация данных в базе имеет сложную структуру, при которой в первую очередь учитываются связи между различными видами данных и быстрота доступа к ним. Организация данных в базе требует предварительного выбора и построения модели данных. Один из основных принципов создания баз данных заключается в том, что на ос-

нове информационной системы должна строиться конкретизированная модель для информационного обслуживания специалистов.

Таким образом, в настоящее время разработано значительное количество разнообразных моделей баз данных. В большинстве случаев используется реляционная модель, когда данные представляются в виде совокупности таблиц, над которыми могут выполняться операции. Существующие аналоги разрабатываемой базы данных учета имеют как достоинства, так и существенные недостатки, поэтому целесообразнее разрабатывать свою базу данных, которая будет учитывать все характеристики учета.

Microsoft Access и Microsoft Visual Basic обеспечивают средства для создания клиентских частей в приложениях «клиент-сервер», которые сочетают в себе средства просмотра, графический интерфейс и средства построения запросов. MySQL Server является на сегодняшний день одним из самых оптимальных серверов баз данных.

Библиографический список

1. Учебные материалы для студентов [Электронные материалы]. – URL: http://works.doklad.ru/view/ypE_dGE0e-k/2.html (дата обращения: 02.02.2017).
2. Резниченко А. Какой СУБД лучше управлять? [Электронный ресурс]. – 2014. – URL: <http://www.pcweek.ru/idea/article/detail.php?%20ID=60795> (дата обращения: 02.02.2017).
3. Вейскас Д. Эффективная работа с Microsoft Access 7.0 «Microsoft Press». – СПб., 1997. – 864 с.
4. Учебные материалы для студентов [Электронные материалы]. – URL: http://studopedia.ru/8_68326_v-chem-sut-metodologii-postroeniya-baz-dannih.html (дата обращения: 02.02.2017).

Сведения об авторах

Кудрявцев Степан Валерьевич – студент Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. ЭБТ-13-16, г. Пермь, e-mail: ned6@bk.ru.

Петренко Александр Анатольевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: hawk321@mail.ru.

Р.А. Мусаев, А.В. Тарутин

ПЛАНИРОВАНИЕ ПОВСЕДНЕВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ

Целью данной статьи является определение эффективности применения Microsoft Outlook при планировании повседневной деятельности подразделения. Статья раскрывает главные особенности современных персональных информационных менеджеров, которые находятся в свободном доступе или являются платными программными продуктами. Предложены методы и надстройки, выявленные в ходе исследования особенностей Microsoft Outlook, для улучшения показателей программного обеспечения, которые позволят повысить эффективность деятельности военнослужащих.

Ключевые слова: персональные информационные менеджеры, совместные задачи, электронная почта, контакты, заметки.

R.A. Musaev, A.V. Tarutin

PLANNING DAILY ACTIVITIES USING MODERN SOFTWARE TOOLS

The purpose of this article is determination of the application's of Microsoft Outlook effectiveness in planning the unit's daily activities. The article reveals the main features of the modern personal information managers that are free or paid software. I proposed methods and add-ons identified in the study of the features of Microsoft Outlook to improve the performance of the software, which will improve the efficiency of military personnel.

Keywords: personal information managers, conscientious objectives, email, contacts, notes.

Microsoft Outlook представляет собой коммуникационное приложение, дающее возможность более эффективно планировать свое время и мероприятия, а также быстро размещать данные и организовывать работу совместно с другими военнослужащими [1, 2].

Microsoft Outlook включает все средства, необходимые для эффективного применения электронной почты и группировки электронных писем по разделам. Используя Microsoft Outlook, можно [3, 4]:

- отправлять и получать электронные письма;
- прикреплять файлы различных форматов к сообщениям;

- создавать книгу контактов и управлять ею;
- группировать в заданной последовательности и архивировать сообщения;
- персонализировать сообщения.

Microsoft Outlook возможно применять для передачи мгновенных сообщений [5].

В Microsoft Outlook, применяя функцию автоархивации, имеется возможность осуществить настройку управления сообщениями электронной почты в клиентских почтовых ящиках. Используя параметры архивации для военнослужащих, имеется возможность настроить периодичность проведения автоархивации и осуществить запрос военнослужащего на ее выполнение.

Военнослужащие могут назначить дату истечения срока актуальности элемента в Microsoft Outlook при создании, а также отправки сообщения. Просроченный элемент (сообщение или событие) становится недоступным и выводится на экран в списке раздела в форме перечеркнутого значка.

Для достижения цели по владению актуальной информацией, касающейся жизни подразделения, и наличию возможности связаться с необходимым военнослужащим нужно корректно организовать управление контактной информацией. Чтобы повысить эффективность взаимодействия с военнослужащими, необходимо иметь быстрый доступ к самой актуальной и достоверной контактной информации, которая включает номера телефонов, номера кабинетов, нomenclатуру зданий и адреса электронной почты. Microsoft Outlook гарантирует простоту создания и управления адресной книгой. Имеется большое множество вариантов по просмотру, сортировке и отображению контактной информации на экране и в печати, а также по мониторингу взаимодействий с отдельным военнослужащим. Microsoft Outlook также дает возможность создания единой адресной книги для военнослужащих воинской части.

Эффективное планирование в современном мире для большинства людей является залогом успеха. Календарь Microsoft Outlook дает возможность легко спланировать мероприятия и совещания, а также распечатывать личный план на день, на неделю или на весь месяц. Чтобы быть в курсе своих мероприятий, имеется возможность выводить календарь на экран за период: «День (Day)», «Рабочая неделя (Work Week)», «Неделя (Week View)», «Месяц (Month View)» (рис. 1).

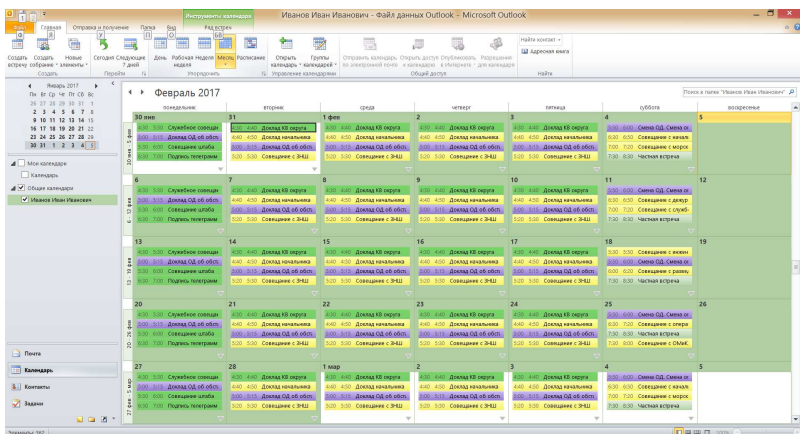


Рис. 1. Представление «Месяц (Month View)»

В процессе выполнения повседневных задач могут появляться дополнительные приказы или приказания от старших начальников. Вследствие этого возникает надобность в записи информации в личный план или на «стикеры». Для ведения всей необходимой информации возможно применение Microsoft Outlook. При таком подходе данные фиксируются в виде электронных заметок, после чего их можно изменять, сохранять и группировать.

Задачи могут дублироваться через равные промежутки времени либо через интервалы, устанавливаемые по дате, когда задача была отмечена как выполненная. В качестве примера можно создать тестовую задачу, чтобы в дальнейшем Microsoft Outlook напоминал о необходимости просмотра динамики выполнения задач подчиненными.

Задачи могут создаваться и изменяться в папке «Задачи (Tasks)» (рис. 2), либо в «Область задач (TaskPad)», находящейся в представлении «Календарь (Calendar)» по умолчанию.

Дневник – это раздел в MS Outlook, который предназначен для ведения записей взаимодействий, телефонных звонков, ведения переписки и др. Элементом дневника является пункт или объект, в качестве примера это могут быть задачи, встречи или контакты.

Заметки – это электронная реализация бумажного блокнота с отрывными листками. Заметки используются для записи задач, распоряжений, напоминаний и приказов, что обычно вносится в бумажный блокнот.

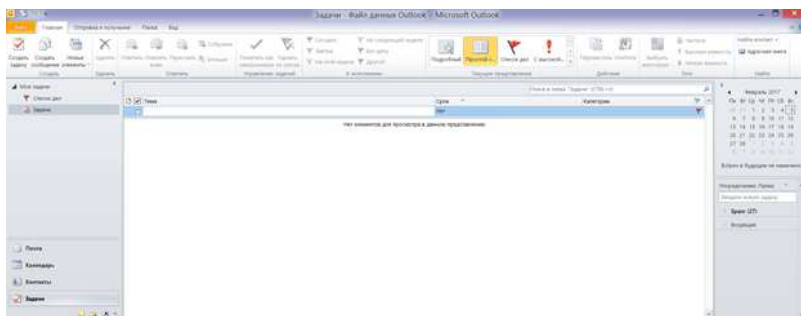


Рис. 2. Область создание задач

В персональном информационном менеджере MS Outlook реализована простая и удобная для пользователя оболочка. На рисунках будут представлены образы ПИМ MS Outlook после проведения настроек для военнослужащего. Главное отличие от остальных систем – это интерфейс, привычный для пользователя, показанный на рис. 3.

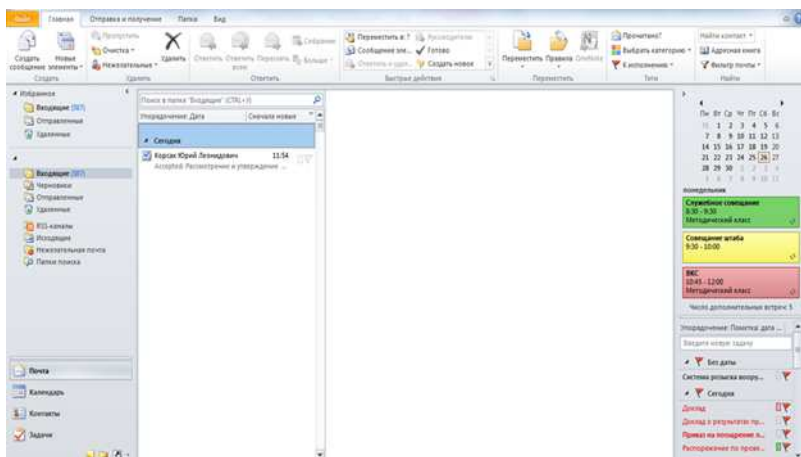


Рис. 3. Основное меню MS Outlook

В ПИМ MS Outlook есть две панели меню: вертикальная и горизонтальная. На вертикальном меню находятся клавиши основных возможностей ПИМ MS Outlook. Во вкладке «Главная» размещены все основные функции ПИМ MS Outlook для работы с ПО (рис. 4).

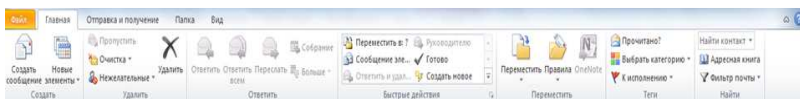


Рис. 4. Вкладка «Главная» в ПИМ MS Outlook

В вертикальном меню ПИМ MS Outlook находятся поля для работы с почтой, календарем, контактами и задачами. Там происходит разделение на индивидуальные и общие ресурсы. В зависимости от выбранного раздела будут меняться элементы управления (рис. 5).

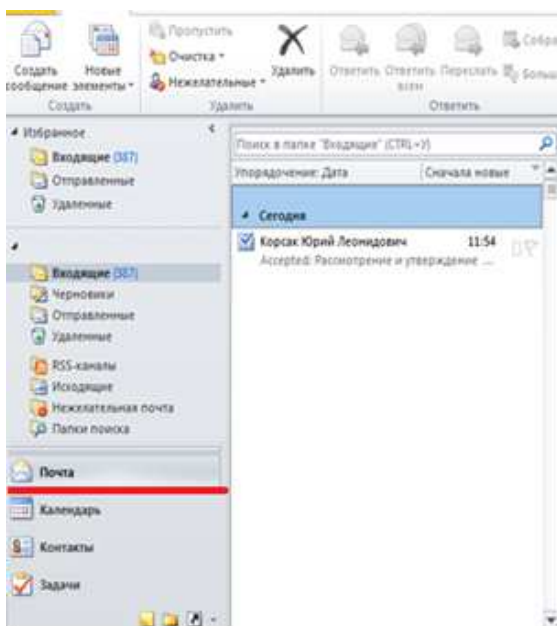


Рис. 5. Вертикальное меню в ПИМ MS Outlook

Также возможен переход на подсистему «Календарь». При нажатии станет видна рабочая область с планами на день, рабочую неделю, неделю, месяц (см. рис. 1). Для работы с вкладкой «Задачи» необходимо перейти на нее. Активные задачи высвечиваются в правой нижней части окна (рис. 6).

Вкладка «Контакты» уже используется в войсках. Применяя её, возможно получить информацию о зарегистрированных пользователях домена.

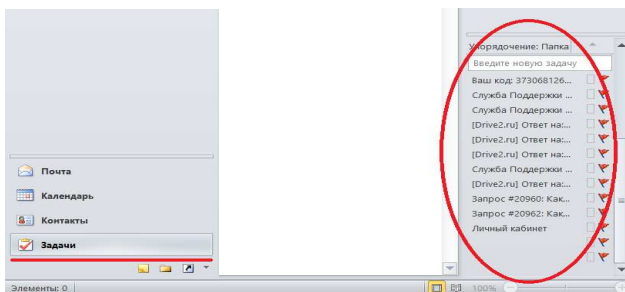


Рис. 6. Вкладка задачи в ПИМ MS Outlook

Благодаря такому интерфейсу и способу реализации удается получить легкость администрирования, простоту навигации по ПИМ MS Outlook. Пользователю не требуются специальные навыки для работы, достигаются интуитивность в использовании и высокая отказоустойчивость системы.

Библиографический список

1. Кудрявцев В.А. Организация работы с документами: учебник. – М.: ИНФРА-М, 2003. – 592 с.
2. Бородушко И.В., Лукашевич В.В. Основы менеджмента: учеб. пособие. – М.: Юнити-Дана, 2012. – 271 с.
3. Резник С.Д. Персональный менеджмент. – М: ИНФРА-М, 2017. – 590 с.
4. Скрипник Д.А. Обеспечение безопасности персональных данных: учеб. пособие. – М.: Из-д-во Интернет-университета информационных технологий (ИНТУИТ), 2016. – 122 с.
5. Ядгаров С.А. Эффективность информационных систем – докопаться до истины // Консультант. – 2010. – № 5.

Сведения об авторах

Мусаев Рустам Алимпашаевич – курсант Пермского военного института войск национальной гвардии Российской Федерации, г. Пермь, e-mail: tarutin-av@qip.ru.

Тарутин Анатолий Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем» Пермского военного института войск национальной гвардии Российской Федерации, г. Пермь, e-mail: tarutin-av@qip.ru.

Ю.А. Накарякова, А.В. Тарутин

АВТОМАТИЗАЦИЯ ОФОРМЛЕНИЯ И СОГЛАСОВАНИЯ ЗАЯВОК НА ИЗМЕНЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

В данной статье рассматривается автоматизация оформления и согласования заявок на изменение конструкторской документации на предприятии «Авиадвигатель» с помощью PLM-системы TeamCenter.

Ключевые слова: автоматизация процесса, документооборот, заявка на изменение конструкторской документации, TeamCenter, оформление и согласование заявок, модуль.

Yu.A. Nakaryakova, A.V. Tarutin

AUTOMATION OF REGISTRATION AND COORDINATION OF APPLICATIONS FOR CHANGE OF DESIGN DOCUMENTATION

In this article automation of registration and coordination of applications for change of design documentation at the Aircraft engine enterprise by means of PLM of the TeamCenter system is considered.

Keywords: process automation, document flow, application for change of design documentation, TeamCenter, registration and coordination of applications, module.

Любое крупное предприятие стремится к повышению производительности труда и эффективности выполняемой работы. Чтобы достичь поставленной цели, необходимо организовать единый процесс работы человека и автоматизированной системы. Промышленная автоматизация позволяет вывести предприятие на конкурентоспособный уровень за счет многократного повышения производительности труда и качества продукции, а также благодаря снижению рисков, связанных с работой человека.

В условиях современного конкурентного производства эффективность процессов управления изменениями и согласованность изменений на разных ступенях конструкторско-технологической подготовки приобретают всё более существенное значение.

Управление изменениями изделия – это процесс контроля и отслеживания изменений в проектах и оценки изменения изделий в течение их жизненного цикла с целью повышения уровня безопасности продукции и удовлетворенности потребителя.

Изменение изделия и технологии его изготовления являются результатом изменений в конструкторско-технологической документации. Документация фиксирует суть изменений как в виде извещений об изменении, так и для случая электронного документооборота в виде версий документов или объектов информационной системы.

На данный момент предприятие «Авиадвигатель» пользуется традиционным бумажным документооборотом, не прибегая к использованию автоматизации. Для крупной компании такой процесс оформления документов и их согласования является примитивным и требует трудозатрат большого количества лиц.

Одним из процессов, связанных с документооборотом на предприятии, является процесс оформления и согласования заявок на изменение конструкторской документации. Такие заявки представляют собой документ, содержащий предложения отделов опытного завода об изменении конструкторской документации, возникшие при разработке технологии изготовления и испытания изделий.

Для автоматизации оформления и согласования заявок на изменение конструкторской документации необходимо изучить существующий процесс и его недостатки, выбрать средства разработки, а также разработать программное обеспечение.

На сегодняшний день заявка оформляется на бумажной форме в одном экземпляре и, как правило, только на один конструкторский документ, требующий уточнения. После заполнения всех полей бланк отправляется на согласование ответственным лицам. При полном согласовании и утверждении заявка должна быть зарегистрирована в специальном бюро, после чего она отправляется на проработку в конструкторский отдел.

В процессе документооборота заявки участвуют:

- технолог – оформляет либо редактирует заявку;
- начальник технологического отдела – согласовывает заявку либо отправляет на доработку;
- главный технолог – утверждает заявку либо отправляет на доработку;
- секретарь бюро АСТД – регистрирует заявку и передает в конструкторский отдел на проработку.

Процесс оформления и согласования заявки на изменение конструкторской документации представлен UML-диаграммой деятельности на рис. 1.

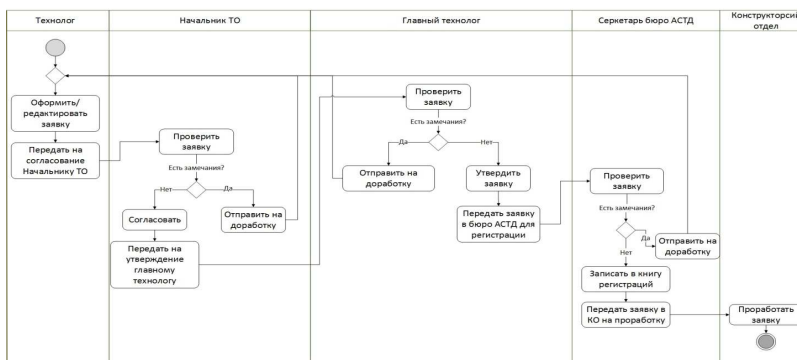


Рис. 1. UML-диаграмма деятельности – схема бизнес-процесса «AS-IS»

Недостатками существующего процесса являются:

- большие временные затраты на передачу заявки для согласования ответственным лицам;
- отсутствие электронной версии документа;
- возникновение ошибок в заявке, связанных с человеческим фактором;
- маленький срок хранения заявки в архиве;
- для доработки ранее оформленной заявки понадобится много времени на поиски ее в бумажном архиве;
- заявка оформляется только на одну деталь.

Автоматизация процесса оформления и согласования заявок на изменение конструкторской документации может осуществляться благодаря применению PLM-систем. Сравнительная характеристика PLM-систем представлена в таблице*.

По результатам сравнения наиболее подходящей системой является система TeamCenter. Она обладает наибольшей функциональностью, а также является уже внедренной на предприятии.

Для автоматизации процесса оформления и согласования заявок на изменение конструкторской документации необходимо разработать дополнительный программный модуль для системы TeamCenter.

* Камалов Л.Е. Реинжиниринг процессов конструкторского проектирования узлов и блоков электронных устройств на основе лингвистических оценок нечисловых показателей: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.12. – Ульяновск, 2014.

Сравнительная характеристика PLM систем

Функция PLM	Продукт			
	ЛОЦМАН:PLM	Lotsia PLM	T-Flex Docs	TeamCenter
Электронный архив документации	+	+	+	+
Управление составом изделия	+	+	+	+
Управление техническими требованиями	–	–	–	+
Управление проектами	+	–	+	+
Управление нормативно-справочной информацией	+	–	–	+
Управление потоком работ	+	+	+	+
Внедренная на предприятии система	–	–	+	+
	5/7	3/7	5/7	7/7

Данный модуль будет вызываться из главного меню системы TeamCenter. В нем должна быть реализована возможность выбора нескольких деталей, конструкторская документация которых подлежит изменению, возможность уточнения причины изменения и предлагаемых работ по изменению документации. После заполнения всей необходимой информации должно происходить автоматическое формирование объекта заявки в системе TeamCenter, а также формирование PDF-файла с ее печатным представлением.

Заявку оформляет технолог, после чего отправляет ее на согласование по электронному бизнес-процессу (рис. 2). Автоматизированный процесс оформления заявки на изменение конструкторской документации представлен на рис. 3.

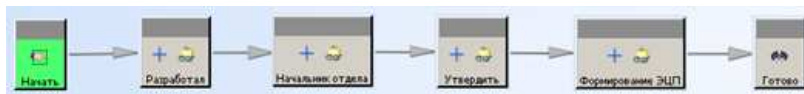


Рис. 2. Электронный бизнес-процесс согласования

При прохождении заявки по бизнес-процессу подписантам приходит уведомление на электронную почту Outlook о поступлении заявки на изменение конструкторской документации. В качестве подписантов выступают начальник технологического отдела и главный технолог.

Начальник технологического отдела может как согласовать заявку, так и отправить ее обратно технологу на доработку. После согласования заявка отправляется главному технологу. При утверждении

заявки главным технологом объекту заявки в системе TeamCenter присваивается статус «Утверждено», после чего процесс согласования завершается.

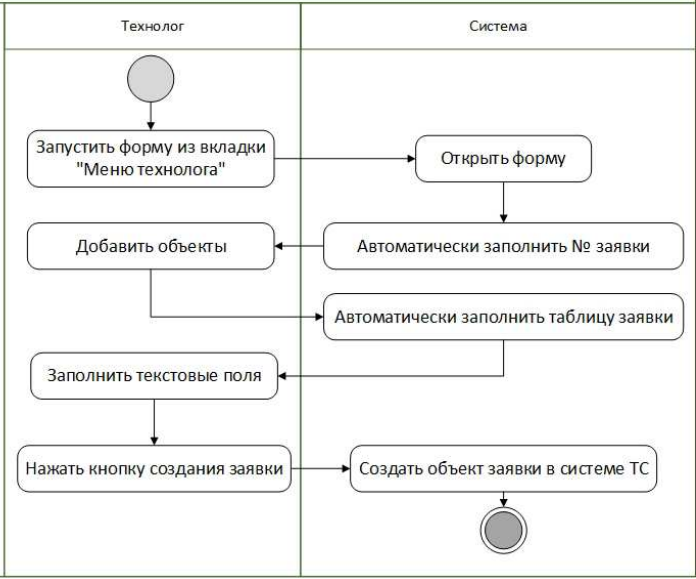


Рис. 3. Диаграмма деятельности для процесса оформления заявки

Разрабатываемая подсистема автоматизации оформления и согласования заявок на изменение конструкторской документации позволит наладить эффективную работу предприятия за счет автоматического заполнения большинства полей заявки, автоматической передачи документа по бизнес-процессу согласования, а также автоматического формирования подлинника документа, содержащего информацию о необходимых изменениях.

В результате внедрения подсистемы сократятся затраты на хранение документов (физическое освобождение места для хранения), сократятся непроизводственные издержки, а именно: уменьшатся затраты на копирование, сократятся затраты на доставку информации в бумажном виде, уменьшатся затраты на оборудование и бумагу, увеличится скорость обработки заявок, уменьшится количество безвозвратно потерянных документов, а также произойдет экономия рабочего времени сотрудников.

Помимо всего прочего улучшится доступ к информации, повысится уровень информационной безопасности, улучшится контроль за процессами, увеличится скорость и качество поиска документов, повысится эффективность и качество труда сотрудников.

Сведения об авторах

Накарякова Юлия Алексеевна – студентка Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. АСУ-13-16, г. Пермь, e-mail: julya2010julya10@rambler.ru.

Тарутин Анатолий Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: tarutin-av@qip.ru.

Т.Н. Соловьева

ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИОННОГО ЭКЗАМЕНА НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ

В статье представлен подход к разработке программного обеспечения для определения компетенции в рамках компетентностного подхода к квалификации менеджера. Предложены метакомпетенции для должности менеджера на основе компетенций, представленных в образовательных и профессиональных стандартах. Рассмотрен процесс отбора персонала в целом, сопоставлены метакомпетенции с его этапами. Представлен алгоритм работы информационной системы, целью которой является снижение человеческих затрат при оценке профессиональной компетентности соискателя. Рассмотрен способ измерения компетентности на основе характеристик соискателя с учетом коэффициентов важности в рамках этой системы.

Ключевые слова: программное обеспечение, информационная система, квалификационный экзамен, менеджер, компетенция.

T.N. Soloveva

APPROACHES TO DEVELOPMENT OF THE SOFTWARE FOR THE EXECUTION OF THE QUALIFICATION EXAMINATION AT THE WORKPLACE

The article presents an approach to the development of software for determining competence within the competence approach to the qualification of a manager. Metacompetences is proposed for the post manager based on the competencies presented in educational and professional standards. The process of personnel selection is considered as a whole, the metacompetences is compared with its stages. The algorithm of the information system operation is presented, the purpose of which is to reduce the human costs in assessing the competency of the competitor. A method for measuring competency based on the characteristics of the competitor, taking into account the importance factors within the framework of this system, is considered.

Keywords: software, information system, qualification exam, manager, competence.

Проблемы повышения эффективности подбора персонала и, в частности, менеджерского состава, безусловно, имеют высокую практическую значимость. По мнению автора, с целью снижения человеческих трудозатрат на экзаменацию при первичной оценке соискателя

целесообразно разработать информационную систему для проведения квалификационного экзамена. На основе результатов его проведения система будет формировать рекомендации либо по приему, либо отклонению кандидатуры соискателя.

Оценка соискателя, претендующего на должность менеджера, является нетривиальной задачей с профессиональной точки зрения. Существует целый ряд исследований, рассматривающих различные подходы к отбору персонала, такие как ценностный или компетентностный подход. Компетентностный подход является наиболее актуальным, по данному подходу существует достаточно исследований, направленных на определение и формирование компетенций, необходимых менеджеру.

До сих пор не существует единого мнения насчет определения слова «компетенция», однако так или иначе каждое из них затрагивает триаду «знания, умения, навыки». Согласно А.А. Гордоновой определение понятия «компетенция» в контексте компетентностного подхода к квалификации менеджера можно представить также как совокупность знаний, ответственности, равной полномочиям, и личностных характеристик человека, обеспечивающих эффективность его трудовой деятельности [1]. Далее будет использован именно этот подход. В рамках данной статьи рассмотрена автоматизация диагностики знаний и личностных характеристик соискателя на должность менеджера.

Для определения перечня необходимых компетенций для должности менеджера был проанализирован ряд стандартов. Исследования Л.И. Васильевой показали, что компетенции, указанные во ФГОС по направлению подготовки 38.03.02 «Менеджмент» (уровень бакалавриата), приводятся к профессиональному стандарту в области профессиональной деятельности «управление организацией» путем выведения так называемых метакомпетенций – структурных блоков, включающих в себя ряд компетенций [2]. Базируясь на подходе Л.И. Васильевой, были выделены следующие метакомпетенции:

- лидерство;
- коммуникация;
- совершенствование;
- ценностная метакомпетенция;
- аналитическая метакомпетенция;
- финансовая метакомпетенция;
- информационная метакомпетенция.

В дальнейшей работе на основе этих метакомпетенций можно будет составить профиль или модель компетенций.

В качестве методик для диагностики личностных характеристик могут выступать психологические тесты, такие как диагностика лидерских способностей (Е. Жариков, Е. Крушеницкий), диагностика склонности к определенному стилю руководства (Е.П. Ильин), диагностика принятия других (по шкале В. Фейя) и т.д. Для определения знаний могут использоваться задачи, либо сформированные на основе практической работы предприятия, либо взятые из сборников, например, программ подготовки к государственному итоговому междисциплинарному экзамену в вузах.

В общем виде процесс отбора персонала может быть представлен следующей схемой (рисунок) [3]. На каждой ступени отсеивается часть заявителей или же они отказываются от процедуры, принимая другие предложения



Рис. Процесс отбора персонала

На основе предложенного процесса отбора кандидатов можно выделить работы, которые возможно автоматизировать, а также перечислить задачи каждого этапа.

Так, например:

1. Первичный отбор. Метакомпетенции: лидерство.
2. Собеседование с сотрудником кадровой службы – вторичный отбор. Метакомпетенции: совершенствование, креативность, ценностная, аналитическая.
3. Собеседование с руководителем подразделения – третичный отбор. Метакомпетенции: финансовая, информационная.

Как было отмечено в начале статьи, одного тестирования будет недостаточно для полноценного решения поставленных перед систе-

мой задач, так как система должна не просто предоставить данные менеджеру по персоналу, но и дать ему рекомендации касательно решения о приеме соискателя на должность. Следовательно, разрабатываемая информационная система должна иметь элементы экспертной системы.

В исследовании Л.Ф. Насейкиной был рассмотрен способ измерения профессиональной компетенции на основе значений полученных тем или иным путем оценок характеристик соискателя с учетом коэффициента важности этих характеристик [4]:

$$K_p = \left(\frac{\sum_{i=1}^n L_i \cdot K_{vi}}{\sum_{i=1}^n K_{vi}} \right) / 100,$$

где K_p – показатель компетентности; L_i – значение i -й характеристики; K_{vi} – значение коэффициента важности i -го качества в пределах от 0 до 1; n – общее количество характеристик.

Аналогичным образом следует оценивать и метакомпетенции, с той лишь разницей, что в роли значений характеристик будут выступать показатели компетентности для компетенций, содержащихся в метакомпетенции. Решение о приеме или отклонении соискателя на том или ином этапе отбора должно приниматься на основе анализа результатов, а именно превышены ли значения необходимого количества показателей компетентности заданных работодателем пороговых значений.

Сначала коэффициенты важности должны получаться методом экспертного оценивания. В последующем система должна запоминать принятые решения по приему и на их основе корректировать эти коэффициенты, т.е. обучаться. Для этого может использоваться персептрон, на вход которого будут подаваться значения характеристик, а на выходе – показатель компетентности, либо превышающий, либо не превышающий требуемый порог. В таком случае коэффициенты важности будут скрыты внутри персептрона.

Таким образом, разрабатываемая информационная системы является автоматизированной фактографической системой для предметной области «управление человеческими ресурсами». Информационная система содержит также элементы прогнозирующей статической экспертной системы с поверхностной глубиной анализа предметной

области и традиционными используемыми методами и знаниями. Дальнейший путь развития системы – дальнейшая работа с экспертной частью и наполнение базы методик тестирования.

Библиографический список

1. Городнова А.А. Компетенции современного российского менеджера // Системы управления и контроля в российских и европейских компаниях / ГУ-ВШЭ, Нижегород. филиал; ун-т Флоренции. – Н. Новгород, 2009. – С. 57–62.

2. Васильева Л.И., Егоров Е.Е., Лебедева Т.Е. Приведение компетенций ФГОС к квалификационным требованиям профессионального стандарта и их реализация в подготовке менеджера // В мире научных открытий. – 2014. – № 3(51). – С. 124–137.

3. Дейнека А.В., Жуков Б.М. Современные тенденции в управлении персоналом. учеб. пособие. – М.: Изд-во: Академии естествознания, 2009. – 368 с.

4. Насейкина Л.Ф. Автоматизация подбора персонала IT-отдела // Вестник ОГУ. – 2014. – № 9(170). – С. 190–196.

Сведения об авторе

Соловьева Татьяна Николаевна – магистрант Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. АСУ3-15-1м, г. Пермь, e-mail: solovevatn@ya.ru

Н.В. Соловьева, А.Л. Погудин

КОНЦЕПЦИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИИ В ИСПДН

В данной статье рассмотрены основные нормативно-правовые документы, определяющие понятие безопасности информации, организационный, инженерно-технический, программно-аппаратный и криптографический элементы защиты информации.

Ключевые слова: информация, защита информации, информационная безопасность, персональные данные (ПДн).

N.V. Soloveva, A.L. Pogudin

CONCEPT OF SECURITY INFORMATION SAFETY IN THE PIS

In this article, the main regulatory legal documents defining the concepts of information security, organizational, engineering, software, hardware and cryptographic elements of information protection are considered.

Keywords: information, data protection, information security, personal data.

Развитие и повсеместное распространение информации и информационных технологий свидетельствуют о наличии процессов информации, оказывающих революционное воздействие на все сферы жизнедеятельности общества, кардинально изменяющих условия жизни и деятельности людей, их культуру, стереотип поведения, образ мыслей. Рассматривая такие процессы, необходимо помнить о защите информации и обеспечении информационной безопасности. Информация как неперенный компонент любой организованной системы, с одной стороны, легко уязвима, а с другой – сама может быть источником большого числа разноплановых угроз как для элементов самой системы, так и для внешней среды.

Безопасность как общенаучная категория может быть определена как некоторое состояние рассматриваемой системы, при котором последняя, с одной стороны, способна противостоять дестабилизирующему воздействию внешних и внутренних угроз, а с другой – её функционирование не создаёт угроз для элементов самой системы и внешней среды [1].

Согласно ГОСТ Р 50.1.056-2005 «Техническая защита информации. Основные термины и определения»: безопасность информации – это состояние защищенности информации, при котором обеспечиваются ее конфиденциальность, доступность и целостность.

Именно такое понятие информационной безопасности положено в основу доктрины информационной безопасности и законодательства в сфере обеспечения информационной безопасности Российской Федерации (дословно: «Информационная безопасность – это состояние защищённости жизненно-важных интересов личности, общества и государства в информационной сфере от внутренних и внешних информационных угроз»).

Информационная безопасность находится в состоянии защищенности, если обеспечены ее конфиденциальность, доступность и целостность.

Конфиденциальность информации – состояние информации, при котором доступ к ней осуществляют только субъекты, имеющие на него право.

Целостность информации – состояние информации, при котором отсутствует любое ее изменение либо изменение осуществляется только преднамеренно субъектами, имеющими на него право.

Доступность информации – состояние информации, при котором субъекты, имеющие права доступа, могут реализовать их беспрепятственно.

Согласно ГОСТ Р 53114-2008 обеспечение информационной безопасности – это деятельность, направленная на устранение (нейтрализацию, парирование) внутренних и внешних угроз информационной безопасности организации или на минимизацию ущерба от возможной реализации таких угроз.

Проект обеспечения безопасности персональных данных (ПДн) подразумевает наличие целой системы элементов защиты, которая включает в себя правовой, организационный, инженерно-технический, программно-аппаратный и криптографический методы защиты.

Организационный элемент системы защиты информации включает в себя:

- организацию защиты информации;
- составление и регулярное обновление перечня защищаемой информации предприятия;
- составление и ведение перечня описи защищаемых бумажных, машиночитаемых и электронных документов предприятия;

- наличие разрешительной системы разграничения доступа сотрудников к защищаемой информации;
- технологию защиты, обработки и хранения бумажных, машиночитаемых и электронных документов предприятия делопроизводственной, автоматизированной и смешанной технологий.

Элемент организационной защиты является стержнем, основной частью комплексной системы безопасности предприятия

Инженерно-технический элемент системы защиты информации предназначен для пассивного и активного противодействия средствам технической разведки и формирования рубежей охраны территории, здания, помещений и оборудования с помощью комплексов технических средств. Несмотря на то, что данный элемент требует больших затрат на технические средства защиты и охраны, но при защите информационных систем этот элемент имеет весьма важное значение.

Программно-аппаратный элемент системы защиты информации предназначен для защиты ценной информации, обрабатываемой и хранящейся в компьютерах, различных информационных системах. Однако фрагменты этой защиты могут применяться как сопутствующие средства в инженерно-технической и организационной защите.

Криптографический элемент системы защиты информации предназначен для защиты конфиденциальной информации методами криптографии.

В каждом элементе системы защиты могут быть реализованы на практике только отдельные составные части в зависимости от поставленных задач защиты информации на предприятии.

Основной составляющей информационной безопасности является грамотно составленная политика информационной безопасности.

Политика информационной безопасности – это формальное изложение правил поведения, процедур, практических приемов или руководящих принципов в области информационной безопасности, которыми руководствуется организация в своей деятельности.

Разработка и реализация политики информационной безопасности организации осуществляются высшим руководством путем выработки четкой позиции в решении вопросов информационной безопасности.

Политика ИБ должна включать следующее:

- определение информационной безопасности, ее общих целей и сферы действия;

- изложение целей и принципов информационной безопасности;
- определение общих и конкретных обязанностей военнослужащих в рамках управления информационной безопасностью, включая информирование об инцидентах нарушения информационной безопасности;
- ссылки на документы, дополняющие политику информационной безопасности.

Разрабатывая вариант подсистемы защиты персональных данных на предприятии, необходимо учитывать основной порядок создания любой комплексной системы защиты информации, включающей обработку персональных данных в своей ИСПДн. Также необходимо учитывать характеристики организационно-технических методов и программно-аппаратных средств защиты информации.

Система защиты персональных данных (СЗПДн) строится на основании:

- отчета о результатах проведения внутренней проверки;
- перечня персональных данных, подлежащих защите;
- акта классификации ИСПДн;
- модели угроз безопасности персональных данных;
- руководящих документов ФСТЭК и ФСБ России.

На основании этих документов определяется необходимый уровень защищенности ПДн каждой ИСПДн.

На основании анализа угроз безопасности ПДн, описанного в Модели угроз и отчета по аудиту ИСПДн, делается заключение о необходимости использования технических средств и организационных мероприятий для обеспечения безопасности ПДн. [2].

Основными персональными данными, подлежащими защите в организации, являются: фамилия, имя, отчество; место, год и дата рождения; адрес проживания; паспортные данные; семейное положение и состав семьи (муж/жена, дети).

Исходя из Постановления Правительства от 01.11.2012 г. № 1119 «Об утверждении требований к защите персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных», можно понять, что информационная система обрабатывает специальные персональные данные.

Мероприятия по защите ПДн при обработке в ИСПДн в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 17 ноября 2007 г. № 781 «Положение об обеспечении безопасности персональных данных при

их обработке в информационных системах персональных данных», а также документом ФСТЭК «Основные мероприятия по организации и техническому обеспечению безопасности персональных данных, обрабатываемых в информационных системах персональных данных», утвержденным 15 февраля 2008 г., мероприятия по обеспечению безопасности ПДн при обработке в ИСПДн формулируются в зависимости от класса информационных систем с учетом возможного возникновения угроз безопасности в отношении персональных данных.

На сегодняшний день защита информации является неотъемлемой частью деятельности любой организации. В связи с обработкой в ИСПДн информации ограниченного доступа, чтобы не допустить искажения, кражи, утечки, подмены информации, необходимо применять организационно-технические и режимные мероприятия. Основу средств технической и программной защиты информации составляют криптографические средства защиты информации, антивирусы, межсетевые экраны.

Библиографический список

1. Гатчин Ю.А., Сухостат В.В. Теория информационной безопасности и методология защиты информации: учеб. пособие. – СПб.: Изд-во СПбГУ ИТМО, 2010. – 98 с.

2. Политика информационной безопасности информационных систем персональных данных учреждения [Электронный ресурс]. – URL: <http://pandia.ru/text/80/065/10944-3.php> (дата обращения: 05.03.2017).

Сведения об авторах

Соловьева Наталья Вячеславовна – студентка Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. ЭВТ-13-16, г. Пермь, e-mail: Soloveva92@yandex.ru.

Погудин Андрей Леонидович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: pogudin_al@mail.ru.

И.А. Спирин, Н.И. Хорошев

КЛАССИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ EYE-TRACKING МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

В данной статье рассмотрен подход к определению класса объекта на изображении. Собраны eye-tracking данные различных классов для обучения классификационной модели. Обоснован выбор методик машинного обучения для аннотирования объектов и построения ограничительной рамки вокруг каждого класса объекта. Актуальность работы обусловлена необходимостью прогнозирования класса объекта на изображении для обнаружения целевого объекта с высокой точностью посредством математической модели.

Ключевые слова: Ай-трекинг, сегментация, определение класса объекта, машинное обучение, фиксации, ограничивающая рамка.

I.A. Spirin, N.I. Horoshev

OBJECTS CLASSIFICATION IN IMAGE WITH BASED EYE-TRACKING TECHNOLOGY AND MACHINE LEARNING METHODS

In this article, considered an approach to object class definition in image. Collected eye-tracking data from various classes for training the classification model. Substantiated the choice of machine learning methods for annotating objects and constructing a bounding box around each object class. The urgency of the work is due to need to predict object class in image to find target object with high accuracy through a mathematical model.

Keywords: Eye-tracking, segmentation, object class definition, machine learning, fixation, bounding box.

В последнее время научно-техническое развитие способствует формированию современных технических систем компьютерного зрения как одного из важных направлений взаимодействия человека с машиной. Одной из приоритетных задач данных систем является задача классификации объектов на изображении. При успешных решениях задач классификации и детектирования объектов будут развиваться технические производственные системы, которые смогут интеллектуально различать внешнюю среду и осуществлять в ней определенные действия [1]. Кроме того, решение задач распознава-

ния позволит развивать современные системы телевидения, зрение роботов, системы идентификации, компьютерные анимации.

Ряд авторов начали использовать данные, полученные с устройства eye-tracker, для задач компьютерного зрения [2, 3, 4]. В данных статьях говорится, что, используя eye-tracking-данные в задачах по сегментированию изображений, повышается производительность распознавания и уменьшается время вычисления по сравнению с использованием стандартных алгоритмов обнаружения объекта. Кроме того, существуют статьи, в которых данные о фиксации взгляда применяются в распознавании текста или лиц. В данной статье, мы рассмотрим, использование eye-tracking-данных для обучения модели, предсказывающей класс определенного объекта на изображении.

Главной задачей распознавания класса объекта являются аннотирование объекта и построение выделительного прямоугольника вокруг каждого класса объекта в изображении. Осуществляется аннотирование посредством применения детектора класса. Для того чтобы обучить детектор класса объекта, обычно требуется большое количество изображений, в которых ограничительные рамки строятся вручную. Данный процесс занимает много времени и является неэффективным. В статье [5] утверждается, чтобы нарисовать ручную ограничительную рамку в среднем необходимо затратить 26 секунд. Также необходимы детальные инструкции для аннотации, обучение на основе инструкций и контрольная проверка данных. Составить аннотацию для большого количества данных – это трудоёмкий дорогостоящий процесс. В качестве решения мы предлагаем методику, которая применяет фиксации глаза на объекте для обучения классификационной модели, предсказывающей положение объекта на изображении. При использовании технологии eye-tracking мы получаем важную информацию о координатах и размере объекта на изображении. В отличие от аннотирования ограничивающей рамки вручную задача отслеживания взгляда не требует инструкций по аннотированию и может ускорить процесс построения ограничивающего прямоугольника в дальнейшем.

Применение фиксаций взгляда было предметом большого количества опытов и исследований [6]. Результаты таких экспериментов показывают, что респонденты зачастую фиксируют свой взгляд на объекте. Таким образом, eye-tracking-данные можно использовать в классификационных моделях, которые автоматически будут аннотировать

объекты на изображении. Однако данные фиксаций взгляда дают только приблизительное указание на определенный объект, испытуемые имеют тенденцию смотреть в центр объекта и на лица [3].

Первым этапом работы было получение фиксаций с помощью устройства eye-tracker. Изображения, которые содержат объекты наблюдения, были взяты из издания Pascal VOC 2012 [7]. Из большого количества изображений мы выбрали часть для проведения эксперимента, содержащие 10 различных классов, и разделили их попарно. В результате мы получили 5 групп, содержащих 1564 изображения для проведения eye-tracking-исследования. Так как изображения были не соответствующего размера, не подходящего к разрешению экрана eye-tracker, то изображения были предварительно обработаны. Все изображения были приведены к размеру экрана 1280×1024. Таким образом, мы избежали некорректности результатов.

Данный опыт проходил в специальной звукоизолированной лаборатории. Участники были усажены на расстоянии 60 см от ЖК-экрана, движения взгляда регистрировались при помощи Eye-tracker Tobii T120. Нажатие кнопок совершалось за счет модуля Tobii Studio, который обеспечивает высокую скорость и формирует дополнительные данные. Эксперимент начинается с процедуры калибровки экрана по девяти точкам. При помощи калибровки настраивается eye-tracker под каждого участника для того, чтобы уменьшить погрешность ошибки устройства.

Респондентам предлагается просмотреть от 3 до 5 блоков, в среднем каждый блок содержит по 50 изображений, представленных в случайном порядке. Между блоками участник может совершить перерыв. Задача участника состоит в том, чтобы просмотреть изображение в течение 3 секунд, а затем нажать одну из двух кнопок для ответа (например, вы видели на изображении кошку или собаку). Это необходимо для определения класса, к которому принадлежат объекты. Процедуру повторной калибровки выполнять по необходимости. В среднем один блок просматривается в течение 5 минут. В сборе данных приняли участие 5 наблюдателей (3 респондента мужского пола и 2 женского пола), все учащиеся HS Anhalt. Каждый участник просматривал от 3 до 5 блоков с изображениями.

Во время исследования было собрано около 12 300 записей, в среднем каждый участник оставлял 7 фиксаций на изображении. Таким образом, на каждом изображении есть от 2 до 4 наблюдений

(рис. 1). Как показывают исследования, в зависимости от поставленной задачи большое количество фиксаций собранно именно на целевом объекте, что подтверждает наши догадки об использовании eye-tracking для обучения детектора класса объекта.



Рис. 1. Фиксации участников на объект в изображении

Время ответа респондента после трехсекундного просмотра изображения в среднем составляло 2,35 с, следовательно, это может быть эффективно использовано в задаче на построение ограничивающей коробки по сравнению с временем построения ограничивающей коробки вручную (26 с) [3].

Сравнивая положение объекта и фиксации взгляда, выявлено, что примерно 80 % фиксаций находятся на объекте. Значит, наши

догадки о том, что фиксации полезны для локализации объекта, подтверждаются.

Данные с фиксациями, полученными в результате эксперимента, будут разделены на два блока: основной блок 90 % и небольшой блок 10 %. Основной блок будет использован в качестве входных данных на модели, предсказывающей положение объекта и строящей ограничительный прямоугольник. Мы выбрали оценку ограничительной рамки в качестве задачи сегментирования фигурной поверхности. Так как связь между фиксациями и ограничительной рамкой может быть неоднозначной, для этого мы используем небольшой блок 10 % изображений с фиксациями. Предварительно небольшой блок мы аннотируем ограничительными прямоугольниками вручную. После чего предполагается обучить модель на этом блоке данных для получения ограничительной рамки для большого набора. В дальнейшем это модель может послужить для обучения любого стандартного детектора класса объектов.

На данном этапе предлагается рассмотреть, каким образом будет строиться модель и обучаться на полученных данных. Данная проблема будет решаться как сегментирование изображения на основе полученной диаграммы фиксаций. На вход классификационная модель принимает eye-tracking-данные в виде фиксаций человеческого глаза и выводит пространственную поддержку объекта, располагая каждый пиксель как объект или фон. Метод состоит из двух частей: сегментация объекта и уточнение сегментации [4].

На начальном этапе прогнозируется оценка расположения объекта, обозначая каждый суперпиксель отдельно. Суперпиксель – это сегмент, состоящий из множества пикселей. Этот параметр определяет связь между фиксациями человеческого взгляда и пространственным положением объекта. Прогностический параметр обучается на небольшом наборе изображений, который проаннотирован как фиксациями, так и вручную ограничивающими рамками. Выделение свойств, по которым будет происходить обучение параметра, совершается на данном этапе. На выходе этого этапа образуются значения для каждого пикселя, которые соответствуют вероятности нахождения на объекте. Первый этап метода представлен на рис. 2.

После того как произведено обучение классификатора на небольшом блоке данных, выявлено, что есть связь между функциями фиксаций и тем фактом, что суперпиксель расположен на целевом

объекте или нет. Далее применяем обученный классификатор к большому набору данных 90 %, в результате чего образуется маска мягкой сегментации. Данный процесс означает извлечение объекта переднего плана из произвольного непосредственного изображения. Каждое значение пикселя в маске соответствует оценочной вероятности того, что пиксель находится на объекте.

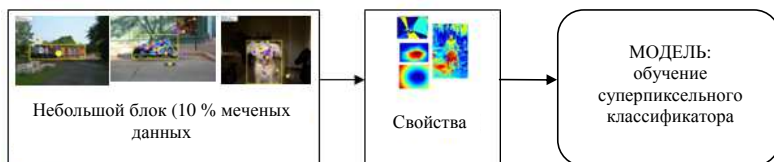


Рис. 2. Обучение модели на небольшом блоке данных

Обучение классификатора суперпикселей происходит по отдельности для каждого класса объекта, потому что связь между фиксациями и объектами может оказаться неоднородной. Обучающая выборка будет состоять из векторных признаков всех суперпикселей. Каждый суперпиксель маркируется в соответствии с тем, находится ли внутри ограничительная рамка или нет [4].

На втором этапе получения сегментов происходит уточнение выхода мягкой сегментации M , принимая во внимание парные зависимости между соседними суперпикселями и улучшая модели внешнего вида. Пусть $I_s \in \{0, 1\}$ – метка для суперпикселей s , а L – метка всех I_s в изображении. Используем бинарную функцию E попарной энергии, определенную над суперпикселями (1):

$$E(L) = \sum_s M_s(I_s) + \sum_s A_s(I_s) + \sum_{s,r} V(I_s, I_r). \quad (1)$$

Попарный потенциал V поощряет гладкость, штрафует соседние пиксели с разными метками. Штраф зависит от цветового контраста между пикселями, который меньше в областях с высокой контрастностью (края изображения).

В заключение отметим, что собрано большое количество изображений с помощью устройства eye-tracker. Также доказано, что точка фиксации взгляда определяет положение объекта на изображении. Рассмотрен метод обучения математической модели и выявлены особенности, позволяющие проводить сегментирование целевого объекта.

Библиографический список

1. Голубев М.Н. Разработка и анализ алгоритмов детектирования и классификации объектов на основе методов машинного обучения: дис. ... канд. техн. наук. – Ярославль, 2012.
2. Einhauser W., Spain M., Perona P. Objects predict fixations better than early saliency // *Journal of Vision*. – 2008. – Vol. 8. – P. 1–26.
3. Nuthmann A., Henderson J.M.: Object-based attentional selection in scene viewing // *Journal of Vision*. – 2010. – Vol. 10(8). – P. 1–19.
4. Training object class detectors from eye tracking / D.P. Papadopoulos, A.D.F. Clarke, F. Keller, V. Ferrari // *European Conference on Computer Vision (ECCV)*. – Zurich, Switzerland, 2014.
5. Hao S., Deng J., Fei-Fei L. Crowdsourcing annotations for visual object detection // *AAAI*. – 2012.
6. Henderson J. Human gaze control in real-world scene perception // *Trends in Cognitive Sciences*. – 2003. – Vol. 7. – P. 498–504.
7. The Pascal Visual Object Classes Challenge 2012 (VOC2012) Results / M. Everingham, L. Van Gool, C.K.I. Williams, J. Winn, A. Zisserman. – URL: <http://www.pascalnetwork.org/challenges/VOC/voc2012/workshop/index.html> (дата обращения: 02.05.2017).
8. Turbopixels: Fast superpixels using geometric flows / A. Levinstein, A. Stere, K. Kutulakos, D. Fleet, S. Dickinson // *Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*. – 2009. – Vol. 31(12). – P. 2290–2297.

Сведения об авторах

Спирин Илья Андреевич – магистрант Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. ИСУП-15-2м, г. Пермь, e-mail: spirin.ilya.andreevich@yandex.ru.

Хорошев Николай Иванович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Микропроцессорные средства автоматизации» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: horoshevni@mail.ru.

М.М. Ткачук, А.В. Казаков

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ РЕЗИНОВОЙ СМЕСИ В КАБЕЛЬНОЙ ГОЛОВКЕ ДЭГ 60/120

Кабельная продукция должна отвечать жестким требованиям по качеству и надежности. Для того чтобы кабель отвечал всем требованиям, нужно учесть все физико-механические факторы при производстве, которые непосредственно влияют на расчетные ресурсные характеристики кабельной продукции. Экспериментальное изучение исследуемых процессов является очень дорогим, сложным и занимает много времени, поэтому особенно актуальным является его численное моделирование.

В данной статье рассмотрен процесс моделирования и исследования течения резиновой смеси в кабельной головке в универсальной программной системе конечно-элементного анализа ANSYS.

Ключевые слова: моделирование, исследование.

М.М. Tkachuk, A.V. Kazakov

SIMULATION THE FLOW OF RUBBER COMPOUND IN EXTRUSION DIE DEG 60/120

Cables must meet strict quality and reliability requirements. In order for the cable to meet all the requirements, it is necessary to consider all the physical and mechanical factors in production. This directly affects the calculated resource characteristics of cable products. Experimental researches of the studied processes are very expensive, complicated and take a lot of time. Therefore, especially relevant is the numerical simulation.

In this article considered the process of simulation and research the flow of rubber compound in extrusion die in ANSYS - engineering simulation software of finite element analysis.

Keywords: simulation, research.

В универсальной программной системе конечно-элементного анализа ANSYS было проведено исследование процесса наложения резиновой изоляции в кабельной головке ДЭГ 60/120 на токопроводящую жилу силового кабеля марки РРГнг(А) (рис. 1).

Для анализа процессов, происходящих в ходе наложения резиновой изоляции, была разработана осесимметричная модель канала кабельной головки и части токопроводящей жилы.

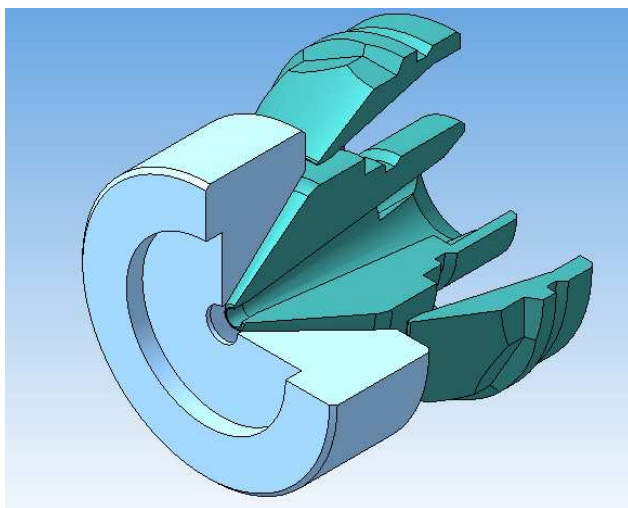


Рис. 1. Модель кабельной головки ДЭГ 60/120 в программе КОМПАС-3D

В ANSYS ICEM CFD геометрическая модель разбита на сетку конечных элементов и созданы зоны под граничные условия (рис. 2) [1].

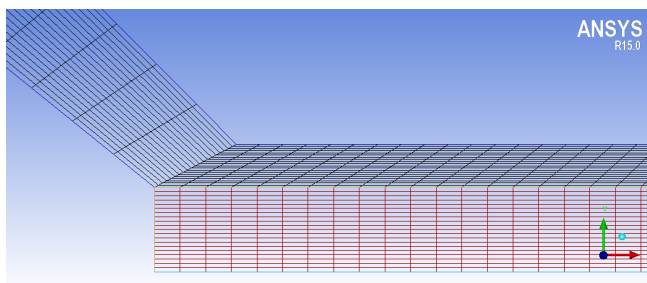


Рис. 2. Сетка конечных элементов в программе ANSYS ICEM CFD

Геометрия и сетка конечных элементов были импортированы в среду ANSYS Fluent, где были выбраны решения уравнения, заданы свойства материалов и граничные условия и произведен расчет [2].

Основные уравнения, используемые при исследовании:

1) уравнение энергии:

$$cp \left(v_x \frac{\partial T}{\partial x} + v_y \frac{\partial T}{\partial y} + v_z \frac{\partial T}{\partial z} \right) = \lambda \Delta T + q_v;$$

2) уравнение движения:

$$\rho v_j \frac{dv_i}{dx_j} = \frac{dp}{dx_i} + \frac{d\tau_{i,j}}{dx_i}.$$

Для оценки сходимости используемого численного метода были проведены исследования, заключающиеся в определении достаточно-го количества итераций (рис. 3).

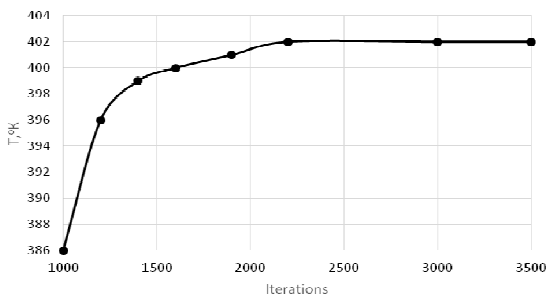


Рис. 3. Зависимость температуры на выходе от числа итераций

На рис. 4 и 5 представлено тепловое поле в канале и части жили. Видно, что при данных параметрах технологического процесса, геометрии головки и конкретном типе перерабатываемого материала нет перегревов.

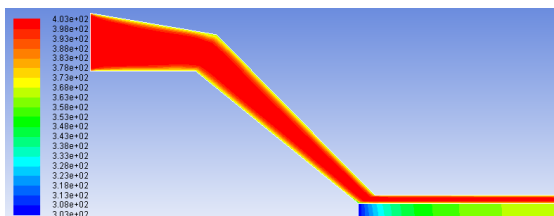


Рис. 4. Распределение теплового поля в программе ANSYS Fluent

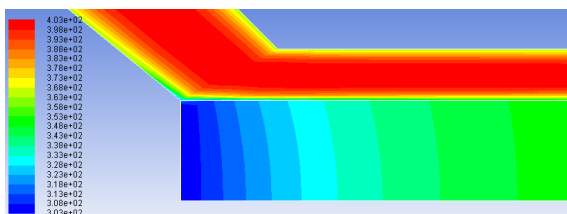


Рис. 5. Распределение теплового поля в программе ANSYS Fluent

Таким образом, в рамках данного исследования был рассчитан режим течения резиновой смеси марки ЭПН-40Т в кабельной головке ДЭГ 60/120 в универсальной программной системе конечно-элементного анализа ANSYS [3]. Данные, полученные в ходе расчета, будут использованы в дальнейших исследованиях и разработках.

Библиографический список

1. Любимов А.К., Шабарова Л.В. Методы построения расчетных сеток в пакете ANSYS ICEM CFD [Электронный ресурс]. – Н. Новгород: Изд-во Нижегород. гос. ун-та, 2011.
2. Конюхов А.В. Основы анализа конструкций в ANSYS: учеб. пособие. – Казань: Изд-во Казан. гос. ун-та, 2001.
3. Басов К.А. ANSYS в примерах и задачах / под общ. ред. Д.Г. Красковского. – М.: Компьютерпресс, 2002.

Сведения об авторах

Ткачук Мария Михайловна – студентка Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. МЭ-13-16, г. Пермь, e-mail: login9128@yandex.ru.

Казаков Алексей Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Конструирование и технологии в электротехнике» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: ktei@pstu.ru.

Секция II

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ

В.С. Степанова, Е.А. Звягина

CALS-ТЕХНОЛОГИИ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ Г. ЛИВНЫ

В данной статье представлена информация по внедрению PDM-системы на ОА «Ливнынасос» г. Ливны, рассмотрены преимущества внедрения данной системы на предприятии.

Ключевые слова: CALS-технологии, PDM-система, Интермех.

V.S. Stepanova, E.A. Zvyagina

CALS-TECHNOLOGIES IN INDUSTRIAL ENTERPRISES OF THE CITI LIVNY

This article presents information on the introduction of PDM-system at JSC "Livnynasos" Livny. The article considers of advantages of this system implementation in the enterprise.

Keywords: CALS-technologies, PDM-system, Intermech.

Современное машиностроение неразрывно связано с внедрением CALS-технологий. CALS-технологии – это новый подход к проектированию и производству высокотехнологичной и наукоёмкой продукции, заключающийся в использовании компьютерной техники и информационных технологий на всех стадиях жизненного цикла (ЖЦ) изделия. Применение CALS-технологий позволяет существенно сократить объёмы проектных работ, существенно облегчает решение проблем ремонтпригодности, интеграции продукции различного рода системы и среды, адаптации к меняющимся условиям эксплуатации, специализации проектных организаций и т.п.

Одной из составляющих CALS-технологий является PDM-система. Данная система предназначена для управления всеми данными об изделии и информационными процессами ЖЦ изделия, создающими и использующими эти данные. Пользователями PDM-системы выступают сотрудники предприятия: конструкторы, технологи, работники технического архива, а также сотрудники, работающие в других предметных областях: сбыт, маркетинг, снабжение, финансы, эксплуатация и др.

На предприятиях АО «ГМС Ливнынасос» и АО «ГМС Ливгидромаш», входящих в единый холдинг «ГМС Группа», в настоящее время ведутся работы по внедрению PDM-системы.

Основанием для внедрения PDM-системы на ОА «Ливнынасос» стал анализ работы структурных подразделений предприятия при проведении конструкторско-технологической подготовки производства (КТПП). В ходе анализа было установлено:

- функции автоматизированного управления данными об изделиях на предприятии отсутствуют;
- проектирование изделий осуществляется с применением различных систем автоматизированного проектирования;
- текстовые документы (технические условия, паспорта, руководства по эксплуатации) сформированы в различных текстовых редакторах;
- согласование и утверждение конструкторской документации проводятся в бумажной форме;
- электронные документы хранятся не централизованно, а в отдельности у каждого разработчика на его ПЭВМ, что затрудняет доступ к документам и снижает надежность их хранения;
- прием на хранение электронных документов не осуществляется;
- существующий процесс проведения изменений в документации несет большие затраты по времени, имеет место несоответствие электронных документов их бумажным представлениям (подлинникам), что приводит к повторному появлению уже ранее устраненных ошибок в документации;
- затруднен доступ технических подразделений к получению информации в связи с отсутствием на предприятии единой электронной базы;
- на предприятии конструкторским и технологическим отделами не используются электронные справочники для проектирования изделий и т.д.

Выбор PDM-системы компании «Интермех» на АО «Ливнынасос» и АО «ГМС Ливгидромаш» связан с тем, что данная система позволяет синхронизировать работу в холдинге «ГМС Группа», в то время как программные продукты других компаний предназначены для функционирования на мелких и средних предприятиях.

Компания «Интермех» предоставляет полный спектр программных продуктов для комплексной автоматизации конструкторского проектирования и технологической подготовки производства.

Преимущества программного продукта «Интермех»:

- единое информационное пространство для всех служб предприятия;
- повышение эффективности коллективной работы в рамках холдингов и корпораций;
- повышение производительности и качества конструкторского проектирования;
- ускорение цикла технологической подготовки производства;
- обмен данными с различными MRP/ERP-системами и др.

При внедрении PDM-системы «Интермех» были проведены мероприятия по направлениям:

1. Аппаратное обеспечение предприятия: приобретение серверного оборудования; оснащение рабочих мест ПК высокого уровня во всех подразделениях предприятия;

2. Управление данными об изделиях: внедрение единой для всех технических подразделений PDM-системы Search;

3. Технические и нормативные справочники: приобретение для КО и ТО справочно-информационной базы данных Imbase (стандартные и прочие изделия, материалы и т.д.); организация централизованного сопровождения справочников конструкторско-технологического назначения; осуществление настройки и ввод информации в систему Search и Techcard по данным: состав изделия, нормы расхода материалов, нормы трудового времени, техпроцессы и т.д.;

4. Организация централизованного хранения конструкторско-технологической документации (КТД);

5. Проектирование изделий: формирование электронного прототипа изделия (в виде 3D-моделей и 2D-чертежей) и актуальной информации; переход на полное 3D-моделирование;

6. Технологическая подготовка производства: внедрение системы TechCard в технологическом отделе;

7. Внесение в базу данных технологического оборудования предприятия АО «Ливнынасос»;

8. Внесение в базу данных технологической оснастки на выпускаемую продукцию;

9. Разработка инструкций с описанием подробного алгоритма работы в программе «Интермех».

В PDM-систему вовлечены подразделения и структурные единицы предприятия, занятые разработкой и изготовлением продукции: конструкторский отдел; технологический отдел; инструментальный участок № 11; механосборочный цех № 1; литейной участок № 3; бюро технической документации; специалист по ОТ; отдел контроля качества; инженер по стандартизации; отдел по работе с персоналом; планово-экономический отдел.

Внедрение на предприятии интегрированной информационной системы КТПП (ИИС КТПП) позволило:

- автоматизировать КТПП, обеспечивающую получение полного электронного комплекта КТД на изделие, интеграцию данной системы с программами, используемыми на предприятии в целях автоматизации локальных участков КТПП (локальных бизнес-процессов КТПП);

- обеспечить тесное взаимодействие всех подразделений технических служб, сокращение сроков разработки, согласования и утверждения КТД;

- использовать результаты конструкторско-технологической разработки изделия и всей нормативно-справочной информации для нужд остальных подразделений предприятия (планирование и управление производством, логистика);

- сформировать единое информационное пространство для подразделений, участвующих в подготовке производства;

- сократить сроки проектирования и технологической подготовки производства;

- повысить качество выполняемых работ.

Сведения об авторах

Степанова Валентина Сергеевна – студентка Ливенского филиала ОГУ им. И.С. Тургенева, гр. 41-Т, г. Ливны, Орловская область, e-mail: nioliv@mail.ru.

Звягина Елена Александровна – кандидат технических наук, доцент кафедры инженерного образования Ливенского филиала ОГУ им. И.С. Тургенева, г. Ливны, Орловская область, e-mail: nioliv@mail.ru.

А.Г. Шумихин, А.Е. Буракова

ПРИМЕНЕНИЕ ЭКСЕРГЕТИЧЕСКОГО КПД ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ

В данной статье предложен подход к сравнительной оценке эффективности теплообменного оборудования в процессе эксплуатации на основе вычисления его эксергетического коэффициента полезного действия (ЭКПД), позволяющий локализовать элементы теплообменных систем с низкой эффективностью теплообмена и управлять организацией их технического обслуживания (очисткой) по состоянию.

Ключевые слова: нефтеперерабатывающие производства, теплообменное оборудование, термоэкономический анализ, эксергия, эксергетический КПД.

A.G. Shumikhin, A.E. Burakova

THE USE OF EXERGY EFFICIENCY FOR EVALUATING THE PERFORMANCE OF HEAT EXCHANGE EQUIPMENT

In this article there has been introduced an approach to evaluate the heat exchange equipment effectiveness in the operation process exergy efficiency allowing to localize the elements of heat exchange system with low efficiency of heat exchange and to manage the maintenance (cleaning off) according to the condition.

Keywords: oil refining enterprises, heat exchange equipment, thermoeconomic analysis, exergy, exergy efficiency.

В технологии промышленного производства большое значение имеет организация процессов теплообмена. Вопрос о качественной стороне энергетических превращений для экономии энергоресурсов здесь особенно важен. Эксергия дает возможность оценить энергию с количественной и качественной сторон. Эксергия является некоторой универсальной мерой для энергетических ресурсов и определяет превратимость, пригодность энергии для применения в технических целях в заданных условиях [1].

Процесс нагрева системой аппаратов теплообмена поступающей в ректификационную колонну нефти теплом отводимых с установки продуктов ректификации интересен с точки зрения эксергетического анализа. Сырая нефть поступает тремя параллельными потоками, нагревается и подается в первую ректификационную колонну уста-

новки. Горячими теплоносителями являются: мазут, потоки циркуляционного орошения, керосин, дизельное топливо, подаваемые в систему теплообмена из аппаратов установки АВТ.

Для проведения эксергетического анализа проводится декомпозиция системы на элементы. В выбранном элементе системы определяются термодинамические характеристики потоков на входе и выходе из аппарата: температура, давление, массовый расход, массовая теплоемкость потока, плотность потока. Затем выполняется расчет эксергии потоков в соответствии со следующими соотношениями:

$$E_{\text{вых}} = G_1 e_1' + G_2 e_2''; \quad E_{\text{вх}} = G_1 e_1' + G_2 e_2', \quad (1)$$

где $E_{\text{вых}}$ – поток эксергии на выходе из аппарата; $E_{\text{вх}}$ – поток эксергии на вход в аппарат, G_1 и G_2 – массовые расходы теплоносителей, кг/с; e_1', e_2', e_1'', e_2'' – удельные термические эксергии компонентов на выходе и входе в теплообменник, Дж/кг.

Критерием оценки качества организации теплообменных процессов при эксергетическом анализе является эксергетический коэффициент полезного действия (ЭКПД), который определяется выражением:

$$\eta_{\text{экс}} = E_{\text{вых}} / E_{\text{вх}}. \quad (2)$$

ЭКПД позволяет получить количественную характеристику степени совершенства термодинамического процесса. Чем больше его значение, тем совершеннее химико-технологический процесс.

В рамках темы выполняемых исследований разработана математическая модель типовой установки АВТ нефтеперерабатывающего предприятия, актуализированная для конкретного технологического режима в компьютерном тренажерном комплексе (КТК), реализованном на программной платформе UniSim Design. Модель позволяет получить необходимые для расчета ЭКПД технологические данные. Исходные данные для расчета представлены в табл. 1.

Таблица 1

Параметры входных и выходных потоков теплообменника Т-1а

Наименование потока / Физическая величина	Температура, °С	Давление, кг/см ²	Массовый расход, т/ч	Мас. теплоем- кость потока, кДж/(кг·С)	Плотность потока, кг/м ³
Нефть – входной поток	49	12,76	194,5	1,978	820,4
1-е Циркуляционное орошение – входной поток	109,7	15,34	175,7	2,221	737,2

Окончание табл. 1

Наименование потока / Физическая величина	Темпера- тура, °С	Давление, кг/см ²	Массовый расход, т/ч	Мас. теплоем- кость потока, кДж/(кг·С)	Плотность потока, кг/м ³
Нефть – выходной поток	61,41	12,16	194,5	2,030	810,6
1-е Циркуляционное орошение – выходной поток	97,19	15,30	175,7	2,168	747,2

При вычислении ЭКПД рассчитывается плотность потока по формуле

$$\rho_{277}^{293} = \rho_{277}^T \left(1 + \frac{0,04314 \cdot (T - 293)}{(T_{кр} - T)^{0,641}} \right), \quad (3)$$

где ρ_{277}^{293} , ρ_{277}^T – относительная плотность нефтепродукта, кг/м³; T – температура, К; $T_{кр}$ – температура критическая, К, а также коэффициент термического расширения вещества по формуле

$$\beta = \frac{\rho_{277}^T}{\rho_{277}^{293}}, \quad (4)$$

полученные значения которых подставляются в формулы (1)–(4) для определения значения ЭКПД теплообменных аппаратов. Значения результатов промежуточных расчетов сведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты расчета теплообменника Т-1а

Наименование	Условные обозначение	Значение
Удельная эксергия потока нефти на входе в ТО	$e_{1вх}$	3682,749 Дж/кг
Удельная эксергия потока 1-го циркуляционного орошения на входе в ТО	$e_{2вх}$	28472,33 Дж/кг
Удельная эксергия потока нефти на выходе из ТО	$e_{1вых}$	6685,796 Дж/кг
Удельная эксергия потока 1-го циркуляционного орошения на выходе из ТО	$e_{2вых}$	21948,93 Дж/кг
Суммарный поток эксергии на входе в ТО	$E_{вх}$	5718884 Вт
Суммарный поток эксергии на выходе из ТО	$E_{вых}$	5156814 Вт
КПД теплообменного аппарата	$\eta_{эксергии}$	0,901

Результаты расчета ЭКПД системы теплообменников в условиях установившегося рабочего режима лежат в пределах 0,77–0,99, что свидетельствует о высокой эффективности теплообменных аппаратов (ТО) системы подогрева нефти на установке АВТ.

Эксергетический анализ позволяет оценить взаимосвязь между термодинамическими и экономическими характеристиками производства, поскольку любые затраты, вызванные неэффективностью функционирования какой-либо технологической подсистемы, определяются количеством затраченных энергетических ресурсов и финансовых средств, необходимых для компенсации этих затрат [2].

Результаты рассмотренного примера расчета ЭКПД системы теплообменных аппаратов приводят к выводу о целесообразности проведения эксергетического анализа. Автоматизированный контроль значений технологических переменных, в том числе в сочетании с моделированием на актуализированном на данном технологическом режиме КТК, связан с вычислением ЭКПД, позволяет оперативно определять его текущие значения и управлять планированием и организацией работ по энергосбережению и обслуживанию теплообменного оборудования.

Расчет ЭКПД сначала производится для значений технологических переменных, измеряемых при работе системы теплообмена непосредственно после обслуживания или ремонта оборудования (очистка теплообменных поверхностей, устранение протечек и т.д.) для получения начальной точки отсчета, где отсутствуют потери эксергии. В процессе эксплуатации теплообменные аппараты подвержены загрязнению в результате отложений нерастворимого осадка на стенках труб, что отрицательно влияет на передачу тепла. Следовательно, ЭКПД будет снижаться.

Недостатками этого метода являются трудоемкость получения информации, необходимой для расчета ЭКПД, и сложность обработки этих данных с применением моделирования на КТК. Тем не менее эксергетический анализ дает возможность оценивать ЭКПД системы теплообменных аппаратов в режиме реального времени с приемлемой для организации и для проведения технического обслуживания (очистки, ремонты) периодичностью.

Результаты анализа могут использоваться для выявления отклонений условий эксплуатации от экономически приемлемых и определить допустимое значение ЭКПД, при снижении которого теплообменная способность аппарата становится неудовлетворительной, что требует проведения технического обслуживания.

Заключение. Практическое значение эксергетического анализа состоит в оптимизации планирования профилактического обслуживания ТО аппаратов, т.е. в обеспечении более полной рекуперации тепла

отходящих материальных потоков, что приводит к повышению экономической эффективности производства и снижению теплового загрязнения окружающей среды. Он позволяет локализовать в системе участки технологического процесса, характеризующиеся потерями эксергии и обладающие наибольшим потенциалом энергосбережения.

Эксергия как характеристика применима к любым низко- и высокотемпературным материальным потокам. Поэтому её оценка может производиться для технологических процессов производства различной продукции. Значение ЭКПД позволяет осуществлять сравнение по энергоэффективности различных технологических установок и производств одного предприятия и отрасли в целом.

Библиографический список

1. Бродянский В.М. Эксергетический метод термодинамического анализа. – М.: Энергия, 1973. – 296 с.
2. Бродянский В.М., Фратшер В., Михалек К. Эксергетический метод и его приложения. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 288 с.
3. Казаков В.Г., Луканин П.В., Смирнова О.С. Эксергетические методы оценки эффективности теплотехнологических установок: учеб. пособие. – СПб: ГТУРП, 2013. – 63 с.
4. Шаргут Я., Петела Р. Эксергия. – М.: Энергия, 1968. – 279 с.
5. Расчеты основных процессов и аппаратов нефтепереработки: Справочник / Г.Г. Рабинович, П.М. Рябых, П.А. Хохряков [и др.]; под ред. Е.Н. Судакова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1979. – 568 с.

Сведения об авторах

Шумихин Александр Георгиевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Автоматизация технологических процессов» Пермского национального исследовательского политехнического университета, e-mail: shumichin@gmail.com.

Буракова Алёна Евгеньевна – аспирантка кафедры «Автоматизация технологических процессов» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: Alenka.Byrakova@yandex.ru.

П.И. Новиков, Н.В. Смирнов

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА БИООЧИСТКИ С НЕПОСТОЯННЫМ ЧАСОВЫМ РАСХОДОМ СТОЧНЫХ ВОД

В статье предложена модификация математической модели процесса биологической очистки сточных вод для непостоянного часового расхода сточных вод. Проведена параметрическая идентификация и представлены результаты численных экспериментов.

Ключевые слова: биологическая очистка, сточные воды, аэрация.

P.I. Novikov, N.V. Smirnov

THE MATHEMATICAL MODEL OF THE BIOLOGICAL TREATMENT PROCESS WITH THE UNSTABLE HOURLY INFLOW RATE OF WASTEWATER

The modification the mathematical model of the biological treatment process with the unstable hourly inflow rate of wastewater is proposed. Parameter estimation was carried out. The results of numerical experiments are proposed.

Keywords: biological treatment, wastewater, aeration.

Качество воды непосредственно влияет на экологическую ситуацию в регионе. Концентрации загрязняющих веществ и патогенных организмов в сточных водах резко увеличились за последние десятилетия. В результате существующие методы очистки воды не во всех случаях могут гарантировать необходимую степень очистки сточных вод, что обуславливает актуальность изучения процессов биологической очистки. Формальное описание и создание математических моделей стало необходимой частью исследований процессов биологической очистки.

Рассмотрим процесс биологической очистки в аэротенке промежуточного типа. Аэротенк (рис. 1), установленный на канализационных очистных сооружениях г. Петрозаводска, условно разделим на 12 компартментов.

В регенератор поступает активный ил с концентрацией X . В регенераторе микроорганизмы активного ила окисляют абсорбированный ими субстрат. Во втором коридоре в иловую смесь вливаются

сточные воды. На дне аэротенка расположены плети диспергаторов, которые подают необходимый для процессов окисления воздух и обеспечивают перемешивание иловой смеси.

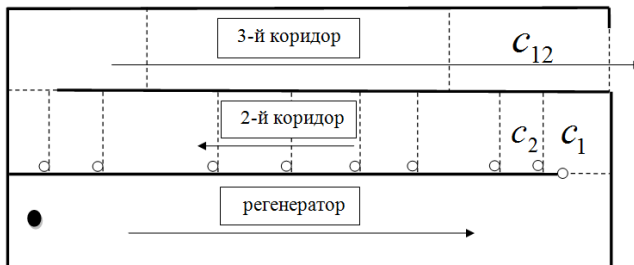


Рис. 1. Схема аэротенка: о – место вхождения сточной воды в аэротенк; • – место вхождения иловой смеси в аэротенк; → – направление движения иловой смеси; --- граница компарментов

Для нахождения значений входной концентрации S^{in} в компарimente, в начале которого расположена труба для подачи сточных вод, для каждого реагента предложена формула:

$$S^{in} = \frac{t_{el} q_{cv} S_{cv} + V_{el} S_{C-1}^{out} + V_C S[0]}{t_{el} q_{cv} + V_{el} + V_C}, \quad (1)$$

где t_{el} – время заполнения единичного объема иловой смесью, q_{cv} – расход сточной воды, S_{cv} – концентрация реагента в сточной воде, V_{el} – единичный объем, S_{C-1}^{out} – выходная из предыдущего компартамента концентрация реагента, $S[0]$ – концентрация реагента в компартамента, V_C – объем компартамента. Для компартаментов, в начале которых нет трубы для подачи сточных вод, предложена формула:

$$S^{in} = \frac{V_{el} S_{C-1}^{out} + V_C S[0]}{V_{el} + V_C}. \quad (2)$$

Разработана модификация математической модели биоочистки сточных вод, предложенной в [1]:

$$\dot{S}_S = Q(S_S^{in} - S_S) - \frac{\mu_S}{Y_S} f(S_S, K_S) f(S_O, K_{O,H}) f_1(S_S) X, \quad (3)$$

$$\dot{S}_{NH} = Q(S_{NH}^{in} - S_{NH}) - \frac{\mu_{NH}}{Y_{NH}} f(S_{NH}, K_{NH}) f(S_O, K_{O,A}) f_2(S_S, S_{NH}) X, \quad (4)$$

$$\begin{aligned}\dot{X} = & Q(X^{in} - X) + (\mu_s f(S_s, K_s) f(S_o, K_{o,H}) f_1(S_s) + \\ & + \mu_{NH} f(S_{NH}, K_{NH}) f(S_o, K_{o,A}) f_2(S_s, S_{NH}) - b) X,\end{aligned}\quad (5)$$

$$\begin{aligned}\dot{S}_o = & Q(S_o^{in} - S_o) + \hat{u} - \hat{v} - \left(\frac{1 - \hat{Y}_s}{Y_s} \mu_s f(S_s, K_s) f(S_o, K_{o,H}) f_1(S_s) + \right. \\ & \left. + \frac{4,57 - \hat{Y}_{NH}}{Y_{NH}} \mu_s f(S_{NH}, K_{NH}) f(S_o, K_{o,A}) f_2(S_s, S_{NH}) \right) X,\end{aligned}\quad (6)$$

где

$$f(S, K) = \frac{S}{S + K}, \quad (7)$$

$$f_1(S_s) = \frac{1}{1 + e^{\alpha \left(\frac{S_s^* + \delta}{S_s} - 1 \right)}}, \quad (8)$$

$$f_2(S_s, S_{NH}) = \frac{S_{NH} / (S_s - S_s^* - \delta)}{K_\alpha + S_{NH} / (S_s - S_s^* - \delta)}, \quad (9)$$

$$\hat{u} = \frac{K_{von} v_{von} K_{disp,k} pr_{O^2} p_{O^2}}{V_j K_{\tan k} K_{disp}},$$

$$\hat{v} = \frac{v}{V_j},$$

где S_s^{in}, S_s – концентрация легкобиоразложимого органического субстрата на входе и выходе из компартмента соответственно; S_{NH}^{in}, S_{NH} – концентрация аммония на входе и выходе из компартмента соответственно; X^{in}, X – концентрация активного ила на входе и выходе из компартмента соответственно; S_o^{in}, S_o – концентрация растворенного кислорода на входе и выходе из компартмента соответственно, K_s – коэффициент полунасыщения легкобиоразложимым органическим субстратом, K_{NH} – коэффициент полунасыщения аммонием, $K_{o,H}$ –

коэффициент полунасыщения кислородом при окислении легкобиоразложимого органического субстрата, $K_{O,A}$ – коэффициент полунасыщения кислородом при окислении аммония, K_α – параметр, характеризующий замедление процессов нитрификации, значение которого находится экспериментально, Y_S – коэффициент перехода массы легкобиоразложимого органического субстрата в биомассу, Y_{NH} – коэффициент перехода массы аммония в биомассу, b – скорость распада микроорганизмов, μ_S – максимум скорости роста за счет окисления легкобиоразложимого органического субстрата, μ_{NH} – максимум скорости роста за счет окисления аммония, S_S^* – пороговое значение концентрации S_S , $\hat{Y}_S$ и $\hat{Y}_{NH}$ – безразмерные величины, значения которых равны численным значениям соответствующих параметров, $\hat{i}$ – удельная скорость подачи кислорода, $\hat{v}$ – удельная скорость перехода кислорода через поверхность воды в атмосферу, v – скорость перехода кислорода через поверхность воды в атмосферу, Q – суммарный расход сточных вод и иловой смеси, δ и α – достаточно малая и достаточно большая величина, ρ_{O_2} – плотность воздуха, V_j – объем j -го компартмента, pr_{O_2} – доля кислорода в объеме воздуха, K_{tank} – количество аэротенков, K_{disp} и $K_{disp,k}$ – количество плетей диспергаторов в аэротенке и в его k -м коридоре соответственно, K_{von} – количество воздуходувок в аэротенке, v_{von} – объемная скорость подачи воздуха одной воздуходувкой.

Зависимость скорости роста от концентрации субстрата описывается функцией Моно (7). В общей биомассе активного ила выделяют два вида микроорганизмов: гетеротрофные и автотрофные. Гетеротрофы преимущественно окисляют углеродосодержащий субстрат, автотрофы – аммоний. Формула (8) обозначает пороговую функцию, которая позволяет описать переключение процесса окисления с органики на аммоний при достижении концентрацией S_S значения $S_S^* + \delta$.

Формула (9) отражает факт, что при наличии органических веществ активизируются гетеротрофные микроорганизмы, которые подавляют автотрофные микроорганизмы в борьбе за кислород. Процесс нитрификации в начале затормаживается и начинает производиться автотрофами по мере удаления органического субстрата.

Методом сканирования [2] с помощью вычислительного кластера КарНЦ РАН [3] для каждого компартмента были найдены значения вектора параметров $P^* = (p_1, \dots, p_n)$ (n – количество параметров), которые доставляют минимум функционалу:

$$J = \sum_{i=1}^4 sc_i^2 (y_i - y_i^m(P))^2,$$

где y_i, y_i^m – экспериментальные и модельные значения концентраций, P – вектор значений параметров, sc_i – масштабирующие коэффициенты. После приближенные значения параметров были вручную уточнены.

Модельные концентрации, полученные путем подстановки в модель (3)–(6) найденных векторов параметров, представлены в таблице.

Экспериментальные и модельные концентрации
на выходе из компартментов

	S_i (г ХПК/м ³)		S_{NH} (г NH_4^+ /м ³)		X (кг микро- организмов/м ³)		S_0 (г O ₂ /м ³)	
	Эксперимент. данные	Модельные данные	Эксперимент. данные	Модельные данные	Эксперимент. данные	Модельные данные	Эксперимент. данные	Модельные данные
C_1	2,98	2,97	0,56	0,55	3,73	3,73	3,31	3,33
C_2	4,2	4,2	0,9	0,89	3,67	3,66	3,15	3,16
C_3	4,55	4,55	0,9	0,88	3,56	3,56	2,67	2,67
C_4	5,01	5,01	0,97	0,97	3,50	3,50	3,46	3,46
C_5	4,65	4,65	1,4	1,35	3,49	3,41	3,64	3,63
C_6	4,52	4,50	1,31	1,31	3,43	3,37	3,43	3,43
C_7	4,26	4,26	1,5	1,5	3,39	3,36	3,78	3,78
C_8	4,37	4,38	1,9	1,9	3,38	3,27	2,97	2,97
C_9	4,2	4,26	2,1	2,07	3,26	3,19	2,54	2,52
C_{10}	3,02	3	2	1,97	3,30	3,20	2,64	2,61
C_{11}	3,02	2,99	1,02	0,9	3,28	3,15	2,33	2,33
C_{12}	3,1	3,1	0,5	0,45	3,32	3,28	2,47	2,46

Таким образом, разработана модель процесса биологической очистки воды с непостоянным расходом сточных вод. Проведена параметрическая идентификация. Полученные значения модельных концен-

траций близки к экспериментальным, что показывает адекватность построенной модели. В дальнейшем планируется построение алгоритма нахождения оптимального управления процессом биоочистки.

Библиографический список

1. Смирнов Н.В. Математическое моделирование процесса биологической очистки воды с учетом общей концентрации микроорганизмов активного ила. // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2016. – № 02(85). – Ч. II. – С. 81–86.

2. Евтушенко Ю.Г. Методы решения экспериментальных задач и их применение в системе оптимизации. – М.: Наука, 1982. – 432 с.

3. Центр высокопроизводительной обработки данных / ЦКП КарНЦ РАН [Электронный ресурс]. – URL: <http://cluster.krc.karelia.ru/> (дата обращения: 02.02.2017).

Сведения об авторах

Новиков Павел Иванович – студент Петрозаводского государственного университета, Института математики и информационных технологий, гр. 22403, г. Петрозаводск, e-mail: pavnovik@gmail.com.

Смирнов Николай Васильевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Теория вероятностей и анализа данных» Петрозаводского государственного университета, г. Петрозаводск, e-mail: fresh.87@mail.ru.

Д.А. Даденков, А.П. Попов

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ И НАСТРОЙКИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ «ОВЕН ПЧВЗ»

В работе рассмотрены этапы разработки ПО лабораторного стенда для исследования системы электропривода на базе преобразователя частоты «ОВЕН ПЧВЗ». Выполнен анализ объекта автоматизации, представлены обоснование выбора среды разработки и требования, предъявляемые к разрабатываемой системе. В процессе разработки составлены принципиальная схема подключения преобразователя частоты и функциональная схема лабораторного стенда. Авторами предложена программная реализации системы настройки и мониторинга параметров преобразователя частоты в среде LabVIEW с использованием архитектуры «машина состояний».

Ключевые слова: лабораторный стенд, преобразователь частоты, настройка, мониторинг параметров, программное обеспечение.

D.A. Dadenkov, A.P. Popov

DEVELOPMENT OF THE LABORATORY STAND SOFTWARE FOR RESEARCH AND SETUP OF THE FREQUENCY CHANGER OWEN PCHV3

In the work the stages of the software development of the laboratory stand for the electric drive investigation system based on the frequency converter OWEN PWV3 are considered. The automation object is analyzed, the rationale for choosing the development environment and the requirements for the system are presented. In the process of development, a schematic diagram of the frequency converter connection and a functional diagram of the laboratory stand are drawn up. The authors proposed a software implementation of the system for tuning and monitoring the parameters of the frequency converter in LabVIEW environment using the state machine architecture.

Keywords: laboratory stand, frequency changer, setup, monitoring parameters, software.

Введение. Возможности удаленного управления электродвигателем и мониторинга его состояния являются важными задачами при проектировании любой автоматизированной системы управления технологическим процессом [1]. От функциональности и надежности такой системы напрямую зависит качество выпускаемого продукта, а значит и степень удовлетворенности конечного потребителя.

В качестве объекта автоматизации был выбран учебный стенд лаборатории «Системы управления исполнительными механизмами» кафедры МСА. Разрабатываемое программное обеспечение должно обладать следующими функциональными возможностями:

- выполнение дистанционного запуска и торможения асинхронного двигателя различными способами;
- изменение направления и величины частоты вращения двигателя;
- удаленный мониторинг параметров работы электропривода, фиксируемых преобразователем частоты;
- чтение и запись необходимых значений настроечных параметров из регистров преобразователя частоты;
- построение графиков переходных процессов в системе электропривода.

После анализа всех возможных способов решения данной задачи было принято решение использовать программное обеспечение компании National Instruments LabVIEW [2]. Данная среда разработки идеально подходит для создания измерительных и автоматизированных систем лабораторных стендов, так как она проста в освоении, обладает множеством готовых функциональных блоков и модулей, а также не требует стороннего программного обеспечения для работы с оборудованием.

Описание объекта автоматизации. На рис. 1 представлена схема подключений электропривода учебного стенда, выбранного в качестве объекта автоматизации.

Стенд состоит из преобразователя частоты «ОВЕН ПЧВ3», асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором, потенциометра, одноканального цифрового измерителя «ОВЕН ИДЦ 1», калибратора токовой петли «ОВЕН РЗУ-420» и пары двухпозиционных переключателей.

Преобразователь частоты векторный «ОВЕН ПЧВ3» предназначен для управления асинхронными электродвигателями насосов и вентиляторов [3]. Преобразователь обладает возможностью выбора алгоритма управления, имеет функцию автоматической адаптации к параметрам двигателя и встроенный интерфейс RS-485, использующий коммуникационный протокол Modbus RTU. Наличие гибкой структуры настройки «ОВЕН ПЧВ3» с возможностью переключения режимов управления по цифровому интерфейсу RS-485 обеспечивает удобную интеграцию в современные системы управления и диспет-

черизации, а дополнительные функциональные возможности повышают надежность системы и способствуют снижению энергопотребления [3, 4].

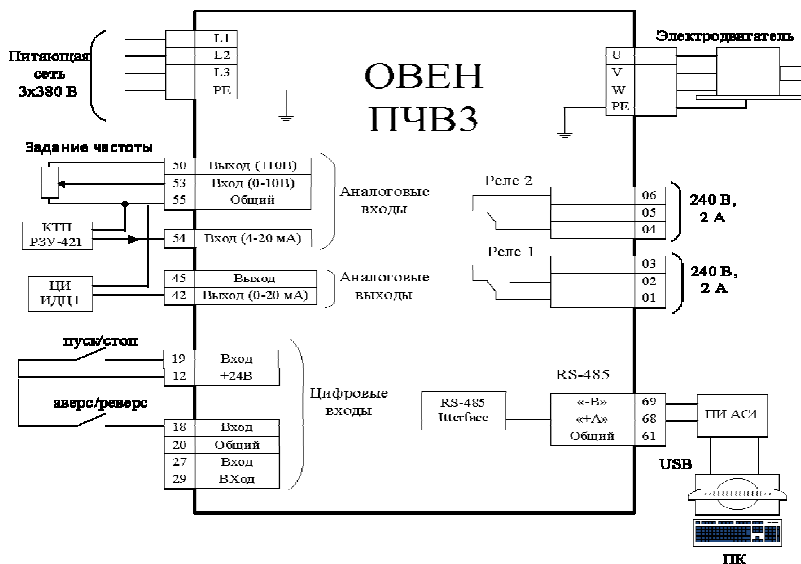


Рис. 1. Принципиальная схема подключений преобразователя частоты

Цифровой измеритель «ОВЕН ИДЦ 1» предназначен для измерения различных физических величин. В рамках лабораторного стенда предлагается использовать данный прибор для отображения параметров работы двигателя. Калибратор токовой петли РЗУ-420 предназначен для задания унифицированных сигналов тока 4...20 мА и используется на стенде в качестве аналогового источника задания. Преобразователь частоты имеет подключение к персональному компьютеру с использованием преобразователя интерфейсов «ОВЕН АС4».

Описание среды разработки. LabVIEW (англ. Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench) – выбранная для разработки среда написания и отладки программного обеспечения с использованием графического языка программирования «G» [2].

Предложенная среда программирования LabVIEW успешно используется в системах сбора и обработки данных, а также для управления техническими объектами и технологическими процессами.

Процесс разработки программного продукта (виртуального прибора) состоит из двух частей:

1) создание интерфейса пользователя (лицевой панели), который включает в себя элементы управления и отображения данных;

2) разработка блок-диаграммы, которая описывает логику работы программы и создается из функциональных блоков, соединенных проводниками данных. Кроме того, компонентами диаграммы являются терминалы, связывающие ее с интерфейсом, и управляющие структуры [5].

Функциональная схема лабораторного стенда. Функциональная схема системы электропривода лабораторной установки представлена на рис. 2. Для выполнения настройки и мониторинга состояния системы микропроцессорный модуль преобразователя частоты содержит определенный набор регистров, каждый из которых хранит значение конкретного параметра.

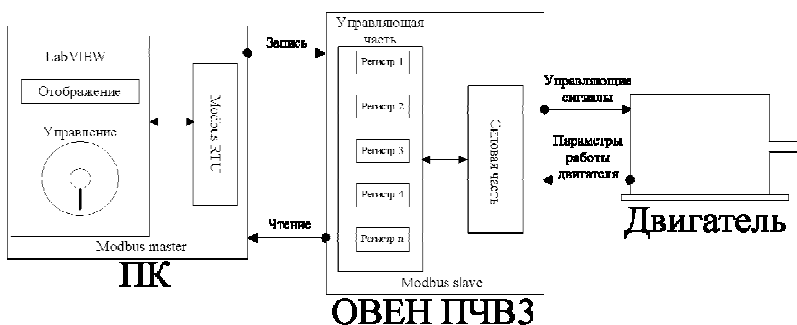


Рис. 2. Функциональная схема лабораторного стенда

Используя функции чтения и записи значений регистров по цифровому интерфейсу RS-485 с помощью определенных командных слов можно выполнить удаленную настройку или сформировать управляющий сигнал для силового модуля преобразователя частоты.

Для осуществления процедуры записи и чтения данных предлагается использовать протокол Modbus RTU. В разработанной системе ПК является ведущим устройством (master), а преобразователь частоты – ведомым устройством (slave).

Описание программной реализации системы. Основная программа представляет собой «машину состояний» [5]. Внутри главного цикла While Loop располагается структура выбора Case, в которой

выполняются различные участки кода в зависимости от условия, поданного на вход-селектор структуры выбора. Выбор следующего состояния осуществляется с помощью специального сдвигового регистра. При запуске виртуального прибора осуществляется переход в первое состояние – «Начало». В этом состоянии производится инициализация переменных, отвечающих за задание командного слова, и частоты и сброс истории графиков. После выполнения этих операций осуществляется переход к следующему состоянию – «Работа». Состояние «Работа» является основным при работе системы настройки и мониторинга. Исполняемый код можно условно разделить на три части: начало, основной цикл, завершение. Сразу после перехода в состояние «Работа» выполняется инициализация соединения по протоколу Modbus.

Основной цикл программы можно разделить на несколько частей:

1) работа с регистрами, которые опрашиваются постоянно. В этот блок входят параметры, значение которых необходимо отображать/записывать в реальном времени;

2) запись/чтение данных регистров. Этот блок представляет собой структуру Case, в которой находятся функции для записи настроечных параметров в соответствующие регистры преобразователя частоты;

3) графическое отображение данных. Блок состоит из графических элементов для фиксации параметров в переходных процессах при изменении управляющего или возмущающих воздействий.

На этапе завершения программы выполняется закрытие соединения по протоколу Modbus, обработка кластера ошибок, а также производится выбор следующего состояния – «Построить график» или «Завершение». Состояние «Построить график» необходимо для фиксации и сохранения той части переходного процесса, которую пользователь хочет исследовать детально. При выборе состояния «Завершение» осуществляется завершение работы виртуального прибора.

Заключение. В результате выполненных работ реализовано программное обеспечение лабораторного стенда на базе преобразователя частоты «ОВЕН ПЧВ3». Оригинальная структура программы позволяет производить оперативную настройку и мониторинг состояния системы электропривода. Программный код обладает гибкостью и масштабируемостью, что позволит добавить дополнительный функционал, если это потребуются. Встроенный обработчик ошибок повышает надежность работы системы, а интерфейс пользователя удобен и интуитивно понятен студентам при выполнении лабораторных работ.

Библиографический список

1. Лыков А.Н. Автоматизация технологических процессов и производств: учеб. пособие. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2008. – 423 с.

2. LabVIEW [Электронный ресурс]. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/LabVIEW> (дата обращения: 08.03.2017).

3. Преобразователи частоты векторные для насосов и вентиляторов ОВЕН ПЧВ3. – Краткое описание [Электронный ресурс]. – URL: http://www.owen.ru/catalog/preobrazovatel_chastoti_oven_pchv3/opisanie (дата обращения: 08.03.2017).

4. Даденков Д.А., Петrochenков А.Б. Опыт создания лабораторно-тренажерного комплекса для подготовки специалистов в области автоматизированных систем управления технологическими процессами // Научно-технические ведомости Санкт-Петербург. гос. политехн. ун-та. – 2009. – № 87. – С. 251–255.

5. Жуков К.Г. Модельное проектирование встраиваемых систем в LabVIEW. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 688 с.

Сведения об авторах

Даденков Дмитрий Александрович – старший преподаватель кафедры «Микропроцессорные средства автоматизации» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: dadenkov@msa.pstu.ru.

Попов Александр Павлович – студент Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. МСА-13-1б, г. Пермь, e-mail: apopov2106@gmail.com.

Д.И. Коньков, С.В. Захаркина

**СИСТЕМА ЭФФЕКТИВНОГО АВТОМАТИЧЕСКОГО
РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПАРА
НА ВЫХОДЕ ИЗ КОТЛА**

В данной статье рассмотрена проблема эффективного регулирования температуры пара на выходе из котла. Для достижения поставленных целей в работе решаются следующие задачи: внедрение коррекции по температуре перед вторым впрыском, автоподстройка коэффициентов регулятора в зависимости от нагрузки котла; внедрение блока антилюфт.

Ключевые слова: эффективное регулирование, температура пара, коэффициенты регулятора.

D.I. Konkov, S.V. Zakharkina

**SYSTEM OF EFFECTIVE AUTOMATIC CONTROL
OF THE STEAM TEMPERATURE AT THE OUT OF BOILER**

The problem of effective steam temperature control at the out of boiler is considered in this article. To achieve the set goals, the following tasks are solved in the work: introduction of temperature correction before the second injection, automatic adjustment of the regulator coefficients depending on the boiler load; the introduction of the anti-backlash unit.

Keywords: Effective control, steam temperature, regulator coefficients.

Температура перегрева пара на выходе из пароперегревателя относится к важнейшим параметрам, определяющим экономичность работы паровой турбины и энергетического котла [1, 2]. В соответствии с инструкцией по эксплуатации котла ТГМ-96Б отклонение по температуре пара 560 °С составляет в сторону увеличения +5 °С, а в сторону уменьшения –10 °С. Современные барабанные парогенераторы оснащены впрыскивающими пароохладителями. В статье описано, как точно регулировать температуру пара на выходе пароперегревателя и одновременно защитить металл предвключенных ступеней перегревателя.

Принцип действия впрыскивающего пароохладителя основан на изменении энтальпии частично перегретого пара за счет теплоты, отбираемый от него на испарение охладителя, впрыскиваемого в паровой тракт пароперегревателя [3]. Регулирование температуры пара на

выходе из пароперегревателя осуществляется изменением количества впрыскиваемого охладителя. Впрыскивающие пароохладители устанавливаются в одном из промежуточных сечений пароперегревателя. Стремление получить хорошее качество регулирования температуры пара и обеспечить надежность металла поверхностей нагрева пароперегревателя привело к применению трех впрысков по каждой стороне котла. Последний по ходу пара впрыск является основным, регулирующим температуру пара. Так же неодинаковы по каналам возмущающих и регулирующих воздействий динамические характеристики пароперегревателя, но обладают общим свойством – значительной инерционностью, которая присуща термопарам, установленным по ходу пароперегревателя и являющимися источниками информации.

Система автоматического регулирования (САР) температуры пара построена по каскадному принципу (рисунок) и состоит из основного регулятора (импульсный ПИ-регулятор), поддерживающего температуру до впрыска 3, дифференциатора сигнала (DIF) температуры за впрыском 2 и корректирующего сигнала по температуре за предыдущим впрыском 1.

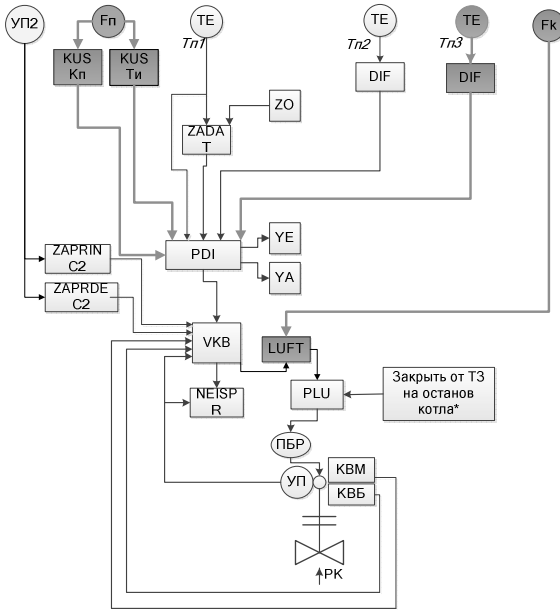


Рис. Схема САР температуры пара впрыском 2

Условные обозначения на рисунке: T_n – температура перегретого пара; УП – указатель положения; РК – регулирующий клапан; YE, YA – выходные сигналы регулятора скорости; KBM – конечный выключатель «меньше»; KBB – конечный выключатель «больше»; ПБР – пускатель бесконтактный реверсивный; ZO – задание оператора; ZAPRINC, ZAPRDEC – уставки срабатывания; PLU – программное логическое управление; PDI – блок ПИД-регулятора с ШИМ-модулятором; LUFT – блок антилюфт; KUS – кусочно-линейная аппроксимация; NEISPR – формирование признака неисправности ИМ; DIF – блок дифференцирования; VKB – блок выдачи управления на дискретные выходы контроллера; ZADAT – универсальный датчик.

Выход дифференциатора суммируется с сигналом рассогласования основного регулятора, таким образом усиливая воздействие регулятора, учитывая при этом скорость изменения температуры за впрыском 2. Использование через дифференциатор сигнала температуры за впрыском 1 позволяет плавно выдавать упреждающий сигнал на регулирующий клапан впрыска 2. Корректирующий сигнал позволяет компенсировать инерционность изменения температуры пара и избежать разбалансировки температур парового тракта котла, что, в свою очередь, влияет на качество регулируемого параметра на выходе из котла.

В схеме регулятора предусматривается непрерывная автоподстройка параметров регулятора: $K_n = f(F_n)$, $T_n = f(F_n)$. Автоподстройка осуществляется в зависимости от расхода пара на выходе из котла F_n . Нагрузка котла от 50 до 100 % разбивается на несколько участков, с каждого участка снимается переходная характеристика по температуре. Далее для каждого участка рассчитываются свои коэффициенты K_n и T_n . Коэффициенты вносятся в программу регулятора и в зависимости от режима работы котла автоматически применяются.

Чтобы не произошло выхода температуры за значения, при которых возможен температурный перегрев поверхностей нагрева котла в регуляторе, предусмотрено ограничение ZAPRINC и ZAPRDEC по температуре T_{n1} . Уставка по температуре задается по режимной карте, исходя из технических условий эксплуатации пароперегревателя экспериментальным путем после наладки. Температурные ограничения прописываются в постоянные константы программы регулятора и могут меняться по результатам опытной эксплуатации. САР воздействует на регулирующий клапан 2-го впрыска. Перед выдачей

управляющего воздействия на регулирующий клапан (РК) импульсы проходят обработку в блоке антилюфт (LUFT). При смене направления движения импульс на управляющем выходе блока антилюфт не снимается до тех пор, пока не выполнится одно из трех условий:

- пройдет заданное время;
- указатель положения изменится на заданное значение;
- сигнал технологического параметра (расход конденсата на впрыск) изменится на заданное значение.

Результаты технических исследований получены с помощью программно-технического комплекса (ПТК) «САРГОН». До применения новой структуры регулятора при изменении паровой нагрузки на 55 т температура пара на выходе из котла составляла $\pm 2\text{--}5\text{ }^{\circ}\text{C}$ от заданного параметра.

В результате внедрения новой структуры регулятора температура пара на выходе из котла составила $\pm 1\text{--}2\text{ }^{\circ}\text{C}$ от заданного параметра. Также были произведены предварительные усредненные расчеты пережога топлива по турбинному отделению в зависимости от изменения температуры острого пара на входе в турбину. При оптимальной температуре пара на входе в турбину $555\text{ }^{\circ}\text{C}$ экономия топлива составит 2285 м^3 природного газа за сутки. Если выразить данную экономию в денежном эквиваленте, она составит 1 млн 800 тыс. рублей в год. С понижением температуры острого пара на $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ экономия газа сокращается на 465 м^3 газа в сутки.

Внедрение систем эффективного регулирования сложных технологических процессов выработки тепловой и электрической энергии позволяет существенно повысить экономичность работы энергооборудования.

Источниками экономии энергоресурсов в результате реализации САР являются:

- стабилизация температуры свежего пара на всех режимах работы котла, что обеспечивает повышение износостойкости металлических поверхностей нагрева и сокращение потребление топлива за счёт уменьшения перегревов;
- поддержание оптимальных параметров пара, подаваемого на турбину, что обеспечивает работу турбины с заданным КПД и существенно сокращает износ последних ступеней турбины.

Библиографический список

1. Иванов В.А. Регулирование энергоблоков. – Л.: Энергия, 1982.
2. Наладка систем автоматического регулирования барабанных паровых котлов / А.С. Клюев [и др.]. – М.: Энергоатомиздат, 1985.
3. Липатников Г.А., Гузев М.С. Автоматическое регулирование объектов теплоэнергетики. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2007.

Сведения об авторах

Коньков Дмитрий Игоревич – студент Российского государственного университета им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), Института мехатроники и информационных технологий, гр. МАГ-УС-116, г. Москва, e-mail: konkovofficial@mail.ru.

Захаркина Светлана Валерьевна – кандидат технических наук, доцент кафедры автоматики и промышленной электроники Российского государственного университета им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), Института мехатроники и информационных технологий, г. Москва, e-mail: kruglovas@mail.ru.

М.А. Работников, А.С. Бояршинова

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПОИСКА ЗНАЧЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ ПЕРЕДАТОЧНОЙ ФУНКЦИИ КАНАЛОВ ПЕРЕДАЧИ ПО ДАННЫМ КОМПЛЕКСНОЙ ЧАСТОТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ УПРАВЛЯЕМОГО ОБЪЕКТА

Представлены результаты разработки приложения для поиска значений параметров каналов динамического объекта по его комплексной частотной характеристике. В приложении реализовано построение целевой функции, использующей все степени свободы выборки экспериментальных значений, по методу наименьших квадратов. Поиск параметров реализован методами сканирования и Гаусса–Зейделя. Представлен пример поиска параметров канала имитационного объекта по его комплексной частотной характеристике.

Ключевые слова: оптимизация, комплексная частотная характеристика, передаточная функция, метод наименьших квадратов, метод сканирования, метод Гаусса–Зейделя.

M.A. Rabotnikov, A.S. Boyarshinova

APPLICATION DEVELOPMENT FOR TRANSFER FUNCTION PARAMETERS SEARCH ACCORDING TO COMPLEX FREQUENCY RESPONSE

This article contains results of application development for transfer function parameters search according to complex frequency response. Application builds function of optimisation using all experimental data. Function of optimisation is built by least-squares method. There are scan and Gauss-Seidel methods for optimisation. The demonstration of application on imitation object is done.

Keywords: optimization, complex frequency response, transfer function, least-squares method, scan method, Gauss-Seidel method.

Одним из способов исследования динамики технологических объектов является идентификация каналов объекта с использованием частотных методов. Известны пассивные методы частотного анализа с использованием взаимно корреляционной и автокорреляционной функций случайных процессов на входе и выходе исследуемого объекта с последующим построением комплексной частотной характеристики [1]. Также существуют активные методы прямого построения комплексной частотной характеристики путем последовательного воздей-

ствия на исследуемый объект или его динамическую модель периодическими испытательными сигналами с различной частотой [2].

С целью упрощения обработки результатов подобных измерений разработан пакет программ для поиска значений параметров передаточной функции канала передачи исследуемого объекта по найденной экспериментально его комплексной частотной характеристике.

Решение задачи нелинейного программирования, использующей все степени свободы выборки экспериментальных значений $\text{Re}^e(\omega_v)$ и $\text{Im}^e(\omega_v)$, дает оценки по методу наименьших квадратов параметров передаточной функции:

$$\left\{ \Phi(\bar{b}, \bar{a}, k, \tau) = \sum_{v=1}^N (\text{Re}^e(\omega_v) - \text{Re}^{ap}(\omega_v))^2 + \sum_{v=1}^N (\text{Im}^e(\omega_v) - \text{Im}^{ap}(\omega_v))^2 \rightarrow \min_{b, a, k, \tau} \right\} \rightarrow \bar{b}^0, \bar{a}^0, k^0, \tau^0, \quad (1)$$

где k – коэффициент передачи объекта, τ – чистое запаздывание, b_i , ($i = \overline{1, m}$), a_k , ($k = \overline{1, n}$) – другие параметры передаточной функции объекта, $\bar{b}^0, \bar{a}^0, k^0, \tau^0$ – оценки параметров передаточной функции объекта.

Предусмотрено решение задачи (1) методом сканирования и методом Гаусса–Зейделя [3].

Исследуемый канал передачи может быть описан апериодическим звеном первого или второго порядка с запаздыванием:

$$W_y(s) = \frac{k_y(1+bs)}{1+a_1s+a_2s^2} e^{-\tau s}, \quad (2)$$

где k_y – коэффициент передачи объекта, τ – чистое запаздывание, b , a_1 , a_2 – другие параметры объекта.

Также исследуемый канал передачи может быть описан как канал «возмущающее воздействие – управляемая величина» регулируемого объекта с одноконтурной системой управления, структура данной системы управления представлена на рис. 1.

Передаточную функцию канала «возмущающее воздействие – управляемая величина» системы управления можно представить в виде

$$W_{y\lambda}^{sys}(s) = \frac{W_{y\lambda}(s)}{1 + W_{y\mu}(s)W_r(s)}, \quad (3)$$

где $W_{y\mu}(s)$ – передаточная функция технологического объекта по каналу «управляющее воздействие – управляемая величина», $W_r(s)$ – передаточная функция регулятора, $W_{y\lambda}(s)$ – передаточная функция технологического объекта по каналу «возмущающее воздействие – управляемая величина».

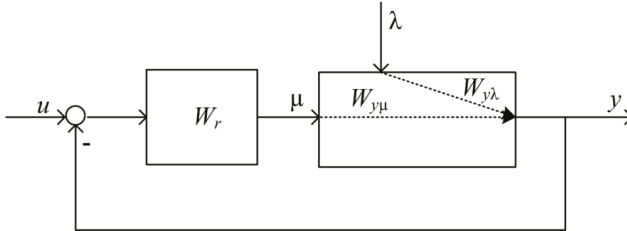


Рис. 1. Структура одноконтурной системы управления

Передаточную функцию ПИД-регулятора можно представить как

$$W_r(s) = k_r + \frac{k_r}{T_i s} + k_r T_d s, \quad (4)$$

где k_r – коэффициент передачи регулятора, T_i – постоянная интегрирования регулятора, T_d – постоянная времени дифференцирования. Параметры передаточной функции (4), как правило, известны.

Предполагается, что каналы передачи управляемого объекта описываются аperiodическими звеньями первого порядка с запаздыванием. В результате (3) и (4) передаточная функция канала «возмущающее воздействие – управляемая величина» примет вид

$$W_{y\lambda}^{sys}(s) = \frac{\frac{k_{y\lambda}}{1 + a_\lambda s} e^{-s\tau_{y\lambda}}}{1 + \frac{k_{y\mu}}{1 + a_\mu s} e^{-s\tau_{y\mu}} \left(k_r + \frac{k_r}{T_i s} + k_r T_d s \right)}.$$

Параметрами данной передаточной функции, подлежащими определению, являются $k_{y\lambda}$, $\tau_{y\lambda}$, a_λ , $k_{y\mu}$, $\tau_{y\mu}$, a_μ .

Пример идентификации каналов передачи лабораторного объекта. С целью демонстрации возможностей приложения проведены исследования на лабораторной установке. Схема лабораторной установки представлена на рис. 2.

Объектом является эмулятор печи. Эмулятор печи обдувается воздухом. Воздух, подаваемый на обдув, проходит через змеевик, помещенный в водяную баню и в сужающее устройство. Температура печи, температура воздуха, перепад давления на сужающем устройстве и напряжения тока на нагревателе регистрируются с периодом, равным одной секунде.

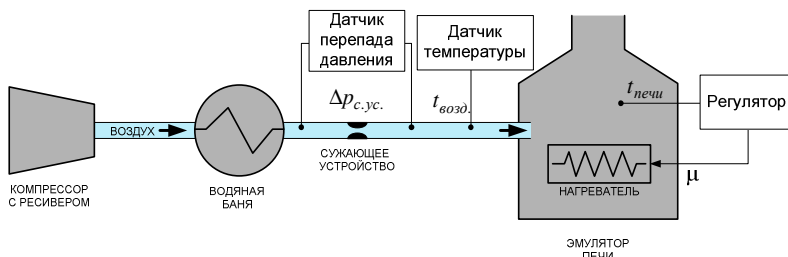


Рис. 2. Лабораторная установка

По данным, полученным в ходе лабораторного эксперимента, обучена динамическая нелинейная автокорреляционная нейронная сеть. Сеть имеет три внешних входа, 10 нейронов в скрытом слое и задержки на 15 тактов. Функцией активации нейронов в скрытом слое является сигмоидальная функция активации – гиперболический тангенс, сеть обучалась по методу оптимизации Левенберга – Марквардта. Обученная нейронная сеть аппроксимирует поведение лабораторного объекта, работающего в динамическом режиме. На нейросетевой модели лабораторного объекта проведен вычислительный эксперимент по определению частотных характеристик каналов передачи («перепад давления на сужающем устройстве – температура печи», «температура воздуха на обдув – температура печи» и «изменение напряжения тока на нагревателе – температура печи»).

По полученным комплексным частотным характеристикам найдены параметры каналов передачи лабораторного объекта методом сканирования и методом Гаусса–Зейделя с использованием опций уменьшения шага при двукратном уменьшении целевой функции и множественного запуска из различных значений начальных условий поиска. Для оценки результатов получено решение данной задачи с использованием приложения Optimization toolbox (MatLab). Начальные условия и результаты поиска представлены в таблице.

Начальные условия и результаты поиска

Метод	Параметр	Мин. знач.	Шаг	Макс. знач.	Результат
Optimization toolbox (SQP)	$k_{y\lambda}$	-1	—	0	-0,123
	$a_{y\lambda}$	0	—	25	9,73
	$\tau_{y\lambda}$	0	—	10	5,655
	$k_{y\mu}$	0	—	1	0,104
	$a_{y\mu}$	0	—	25	9,3
	$\tau_{y\mu}$	0	—	10	5,645
Сканирования	$k_{y\lambda}$	-1	0,01	0	-0,14
	$a_{y\lambda}$	0	1	25	8
	$\tau_{y\lambda}$	0	1	10	7
	$k_{y\mu}$	0	0,01	1	0,12
	$a_{y\mu}$	0	1	25	5
	$\tau_{y\mu}$	0	1	10	5
Метод Гаусса-Зейделя	$k_{y\lambda}$	-1	0,01	0	-0,089375
	$a_{y\lambda}$	0	1	25	10,6875
	$\tau_{y\lambda}$	0	1	10	2,0625
	$k_{y\mu}$	0	0,01	1	0,075
	$a_{y\mu}$	0	1	25	18,0625
	$\tau_{y\mu}$	0	1	10	9,9375

Закключение. Разработанное приложение позволяет найти параметры передаточной функции канала передачи исследуемого объекта по найденной экспериментально его комплексной частотной характеристике.

По результатам проведенного тестирования программы метод сканирования показал хорошие результаты. Найденные методом сканирования параметры для лабораторного объекта отличаются от найденных через приложение MatLab (Optimization Toolbox) не более чем на 17,2 %.

Метод Гаусса–Зейделя показал менее точные результаты. Найденные данным методом параметры отличаются от найденных через приложение Matlab не более чем на 42,925 %. Данный метод позволяет найти лишь грубые оценки параметров объекта, которые могут быть использованы как окрестности для дальнейшего поиска.

Библиографический список

1. Гартман Т.Н., Клушин Д.В. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов: учеб. пособие для вузов. – М.: Академкнига, 2006. – 416 с.

2. Шумихин А.Г., Бояршинова А.С. Идентификация сложного объекта управления по частотным характеристикам, полученным экспериментально на его нейросетевой динамической модели // Автоматика и телемеханика. – 2015. – № 4. – С. 125–134.

3. Турчак Л.И., Плотников П.В. Основы численных методов. – М.: Физматлит, 2003. – 304 с.

Сведения об авторах

Работников Михаил Алексеевич – студент Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. АТП-14-16, г. Пермь, e-mail: rabotnikovma@gmail.com.

Бояршинова Анна Сергеевна – ассистентка кафедры «Автоматизация технологических процессов» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: boyarshinovaann@gmail.com.

А.П. Маркелова, А.В. Вильнина

ВЕРОЯТНОСТНЫЙ ПОДХОД К МОДЕЛИРОВАНИЮ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПРОЦЕССА СМЕШЕНИЯ

В данной статье рассматривается стохастический подход к моделированию, который позволяет рассмотреть процесс смешения как дискретное явление, имеющее сравнительно простое математическое описание. Моделирование производится путем определения вектора вероятностей состояний, характеризующих текущее состояние системы смешения, в каждый момент дискретного времени. На основе серии экспериментов, полученных в результате подачи окрашенной воды в неокрашенную, составлен граф распределения реагента из активной ячейки.

Ключевые слова: смешение, визуализация, компьютерный тренинг, граф, вероятность, моделирование.

A.P. Markelova, A.V. Vilnina

STOCHASTIC METHOD SIMULATION OF VISUALIZATION OF THE MIXING PROCESS

This article discusses the stochastic approach of modeling, which allows us to consider the mixing process as a discrete phenomenon with a relatively simple mathematical description. Modeling is performed by determining the vector of probabilities of the States characterizing the current state of the mixing system at each moment of discrete time. Based on a series of experiments, the resulting flow of water in painted, unpainted, made a graph of the distribution of reagent from the active cell.

Keywords: combination, visualization, computer training, count, probability, modeling.

Подготовка квалифицированных специалистов с использованием тренажерно-обучающих систем – один из важнейших элементов обеспечения безопасной эксплуатации сложных технических комплексов. Составной частью тренажерно-обучающих систем является подсистема визуализации, воспроизводящая процессы, соответствующие реальным [1].

Для визуализации процесса смешения для подсистемы визуализации необходима математическая основа, которая более полно описывает движение жидкостей при смешении. При моделировании гид-

родинамических процессов, к которым относится смешение жидкостей, используют разбиение жидкости на ячейки для создания расчетной визуализированной области, связанной с движением потоков жидкости [2]. Стохастический подход моделирования процесса смешения позволяет рассмотреть процесс смешения как дискретное явление, имеющее сравнительно простое математическое описание.

При данном подходе вся область смешения разбивается на некоторое $N \times L$ – число ячеек, на основании которых в дальнейшем проводится моделирование. Процесс смешения может проходить в одной из ячеек с некоторой вероятностью. Матрица $m[N][L]$ – матрица состояний, характеризующая текущее состояние системы смешения. Будем наблюдать за процессом, т.е. регистрировать эти состояния через конечные промежутки времени Δt :

$$t_k = k \cdot \Delta t, \quad (1)$$

где $k = 0, 1, 2, \dots$ – номер перехода.

Очевидно, что в любой момент времени матрица состояний m полностью характеризует смесь. Каждое из состояний характеризуется вероятностями p смешения веществ в данной ячейке. Величина вероятности зависит от уровня погружения реагента в смесь. На рис. 1 представлен пример разбиения экспериментальных данных на ячейки.

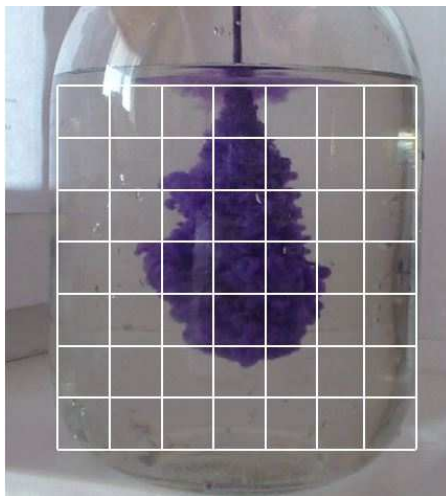


Рис. 1. Пример разбиения экспериментальных данных на ячейки

Рассмотрим подробнее алгоритм смешения с подачей реагента по центру на каждой из стадий процесса смешения.

Пусть матрица состояний m имеет размерность 7×7 , т.е. $N = 7$ и $L = 7$. Место подачи реагента определим как центральную ячейку матрицы состояний m [7, 4]. За активную ячейку будем считать ту, в которой на текущий момент времени наблюдается избыток вещества.

Пусть за один шаг в центральную ячейку 2 единицы реагента, для того чтобы ячейка считалась полностью окрашенной, необходима 1, следовательно, в избытке находится 1 единица реагента. При наличии избытка идет процесс смешения в активной ячейке с некоторой вероятностью p . Смешение для каждой активной ячейки происходит согласно графу, представленному на рис. 2.

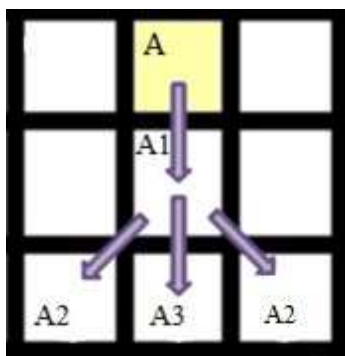


Рис. 2. Граф смешения для активной ячейки A

Пусть в начальный момент времени ячейка A является активной. Вероятность того, что процесс смешения начнется в ячейке A1, равна $P = 1$. При дальнейшем смешении реагента с основным веществом возможно два равновероятных события:

1. Процесс смешения начнется в ячейке ниже, т.е. в ячейке A3;
2. Процесс смешения начнется в ячейках, расположенных снизу по диагонали, т.е. в ячейках A2.

Принимаем, что процесс смешения протекает симметрично, поэтому вероятность того, что процесс смешения начнется в ячейке A3: $P = 1/2$, а вероятности того, что процесс смешения начнется в ячейках A2, $P = 1/4$.

Ячейки A2, A3 становятся активными, и процесс смешения повторяется согласно графу, приведенному на рис. 2.

Из рис. 1 видно, что существует незначительная вероятность смешения избытка с основным веществом в боковых ячейках в месте поступления реагента. Для учета этого распределения примем, вероятность того, что избыток реагента появится в боковых ячейках относительно центральной, $p_{\text{бок}}=0,1$. Тогда процесс смешения в ячейке ниже A1 начинается с вероятностью $p_{\text{низ}}=0,9$. Как только в верхней ячейке появится избыток, ячейка становится активной, и смешение продолжается согласно графу, представленному на рис. 2.

За вероятность P принята вероятность движения окрашенного вещества вниз относительно центральной, т.е. полная вероятность определяется как:

$$p_{\text{полная}} = p_{\text{низ}} \cdot P. \quad (2)$$

В момент времени, когда процесс смешения дойдет до дна емкости, вероятность того, что процесс смешения начнется в боковых ячейках A1 относительно активной ячейки A и в ячейках, расположенных по диагонали A2, равна по 1/2 (рис. 3). Далее ячейки A2 становятся активными, и процесс смешения повторяется согласно изначальному графу, представленному на рис. 2.

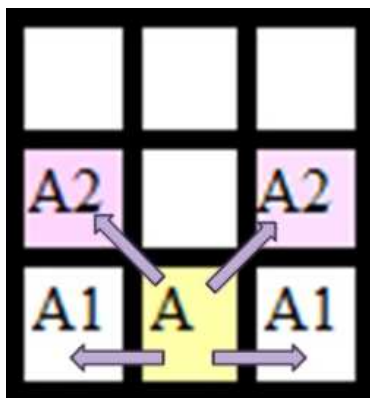


Рис. 3. Граф смешения для активной ячейки A

На рис. 4, а представлено применение стохастического подхода по экспериментальным данным при смешении реагента с основным веществом сверху вниз. На рис. 4, б представлено применение сто-

хастического подхода по экспериментальным данным при смешении реагента с основным веществом снизу вверх.

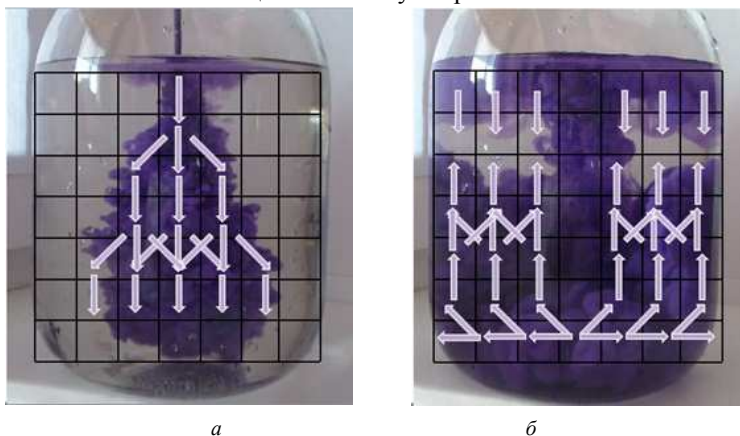


Рис. 4. Применение стохастического подхода к экспериментальным данным:
а – смешение реагента с основным веществом сверху вниз; *б* – смешение реагента
с основным веществом снизу вверх

Качество реализации визуализации зависит от количества ячеек разбиения. На рис. 5 представлен пример результата визуализации движения окрашенного вещества, полученного на основе стохастического метода.

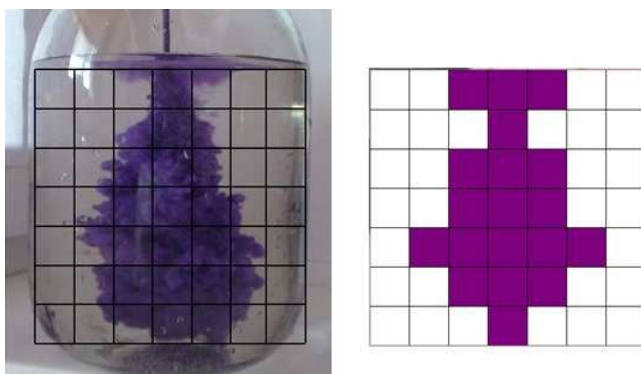


Рис. 5. Пример применения стохастического подхода к визуализация движения
окрашенного вещества и сравнение его с экспериментальными данными

Такой подход к моделированию технологии визуализации процесса смешения с достаточной наглядностью может быть использован для подсистемы визуализации в тренажерно-обучающейся системе.

Библиографический список

1. Полевой Н.М., Гиацинтов А.М. Требования к компоненту визуализации виртуального окружения в имитационных системах // Автоматика и программная инженерия. – 2016. – № 3. – С. 34–40.

2. Подход к моделированию, масштабированию и оптимизации работы биореакторов на основании вычислительной гидродинамики / Н.В. Меньшутина, Р.Р. Сафаров, Е.В. Гусева, Ж. Будран // Программные продукты и системы. – 2015. – № 4. – С. 249–255.

Сведения об авторах

Маркелова Анастасия Павловна – студентка Национального исследовательского Томского политехнического университета, Физико-технического института, гр. 072А, г. Томск, e-mail: apm7@tpu.ru.

Вильнина Анна Владимировна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Электроника и автоматика физических установок» Национального исследовательского Томского политехнического университета, г. Томск, e-mail: vilnina@tpu.ru.

А.П. Маркелова, А.В. Вильнина

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОСНОВА МОДЕЛИРОВАНИЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПРОЦЕССА СМЕШЕНИЯ НА ОСНОВЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО ПОДОБИЯ

В данной статье рассматривается подход геометрического подобия для разработки математической основы технологии визуализации процесса, который основан на подобию формы (расстояний или координат). В качестве критерия подобия рассмотрены положения геометрически подобных тел в пространстве, такие как пропорциональность и коллинеарность радиусов-векторов сходственных точек модели и натуры относительно начала координат.

Ключевые слова: смешение, визуализация, компьютерный тренинг, геометрическое подобие, вероятность, моделирование.

A.P. Markelova, A.V. Vilnina

THE MATHEMATICAL BASIS FOR THE SIMULATION OF THE MIXING PROCESS BASED ON GEOMETRIC SIMILARITY

This article discusses the approach of geometric similarity for the development of mathematical foundations of the imaging technology of the mixing process, which is based on similarity of form (distances or coordinates). As a similarity criterion position of geometrically similar bodies in space is considered such as the proportionality and collinearity of radius vectors of the homologous points of the model and nature relative to the origin.

Keywords: mixing, imaging, computer training, geometric similarity, probability, simulation.

Технологии визуализации активно применяются в тренажерах и симуляторах, которые предназначены для подготовки специалистов в разных областях и позволяют проводить обучение на компьютере в наглядной и доступной форме. Применение визуализации технологических процессов в обучении позволяет добиться намного более внушительных успехов, чем при использовании традиционных методов обучения.

В настоящее время для визуализации технологических процессов используют разные способы: выделение цветом, анимация стрелками, анимация миганием. При реализации интерактивной анимационной

модели смешения жидкостей в системах компьютерного тренинга необходимо решение задачи по разработке математической основы технологии визуализации технологических процессов, а в частности, процессов, протекающих в реакторах смешения без мешалки.

В качестве исходных данных для разработки математической основы технологии визуализации смешения жидкостей были взяты видеосъемки различной подачи окрашенной воды в неокрашенную воду. Подача окрашенной воды осуществлялась сверху, сбоку и снизу самотеком. Изменением гидростатического давления столба жидкости пренебрегаем и считаем, что вода подавалась с постоянным давлением. Характер подачи – непрерывный. Выбор способа подачи выбирался на основе анализа конструкций аппаратов, используемых на химических производствах [1].

При выборе геометрической фигуры, принятой в роли геометрического подобия для технологии визуализации процесса смешения при подаче реагента сверху по центру, рассматривались фигуры, представленные на рис. 1.

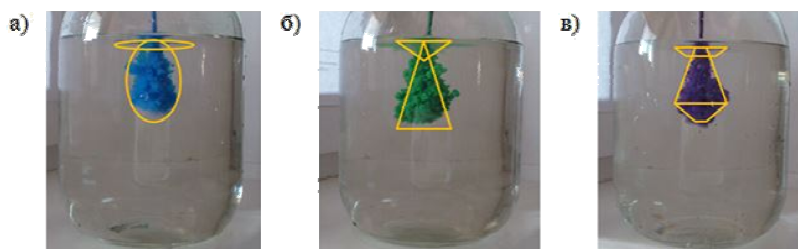


Рис. 1. Выбор фигур для геометрического подобия визуализации процесса смешения при подаче реагента сверху: а – эллипсоиды; б – конусы; в – усеченные конусы

В таблице приведена оценка подобия геометрических фигур и проведенного эксперимента.

Оценка подобия геометрических фигур
и проведенного эксперимента

Критерий оценки геометрических фигур и проведенного эксперимента	Геометрическая фигура		
	Эллипсоиды	Конусы	Усеченные конусы
Равная площадь	Нет	Да	Да
Отображение формы распространения	Нет	Нет	Да

Из таблицы видно, что ни одному из критериев не удовлетворяют эллипсоиды, конусы, которые имеют площадь, равную площади распространения реагента в жидкости, однако недостаточно точно отображают форму распространения. Всем критериям оценки удовлетворяют только усеченные конусы. Рассмотрим алгоритм визуализации на основе геометрического подобия при подаче реагента сверху по центру на примере усеченных конусов.

Основными параметрами, характеризующими геометрическую фигуру, приняты:

- радиус струи входного потока реагента r ;
- параметр изменения уровня y ;
- конечный промежуток времени наблюдения за процессом Δt ,

$$t_k = k \cdot \Delta t, \quad (1)$$

где k – номер перехода, $k = 0, 1, 2, \dots$.

В данном случае геометрическое подобие можно разбить на три фигуры: верхний, центральный и нижний усеченный конус (рис. 2).

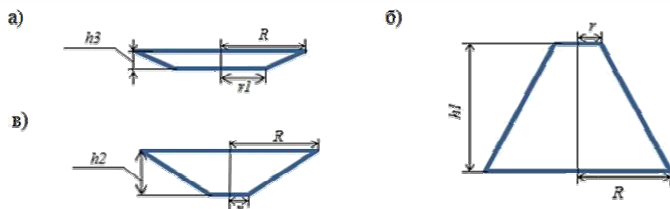


Рис. 2. Основа геометрического подобия: a – верхний усеченный конус; b – центральный усеченный конус; v – нижний усеченный конус

Все геометрическое подобие в данном случае можно разбить на три фигуры:

- верхний усеченный конус, меньшее основание которого имеет радиус r_1 , большее R :

$$\begin{aligned} r_1 &= (1 + k) \cdot r; \\ R &= (2 + k) \cdot r. \end{aligned} \quad (2)$$

Высота усеченного конуса h_3 определяется по формуле:

$$h_3 = y/3, \quad (3)$$

- центральный усеченный конус, меньшее основание которого имеет радиус r , а большее R , и высоту h_1 :

$$h_1 = (1 + k) \cdot y. \quad (4)$$

– нижний усеченный конус, меньшее основание которого имеет радиус r , а большее R , высота h_2 определяется по формуле:

$$h_2 = (1 + k) \cdot r. \quad (5)$$

Согласно алгоритму визуализации процесса смешения, разработанному на основе экспериментальных данных, формы усеченных конусов изменяются в зависимости от номера перехода k . При достижении дна емкости нижний и верхний усеченные конусы трансформируются в прямоугольники, которые постепенно увеличивают свои высоты h_3 и h_2 по направлению друг к другу, пока вся область смешения не окрасится.

Результатом являются наглядная визуализация движения окрашенного вещества и его взаимодействие с неокрашенным, разработанная в среде Visual Studio 2013. На рис. 3 приведены примеры экспериментальных данных, взятых в разный промежуток времени, и визуализация процесса смешения на основе подобия формы.

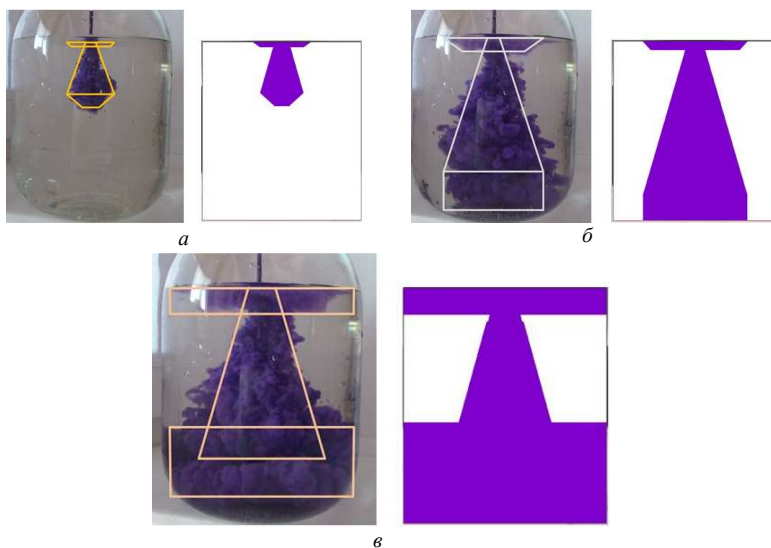


Рис. 3. Примеры экспериментальных данных, взятых в разный промежуток времени, и визуализация процесса смешения на основе подобия формы

Рассмотренный подход геометрического подобия для разработки математической основы технологии визуализации процесса смешения основан на подобии формы (расстояний или координат).

В качестве критерия подобия использовалось положение геометрически подобных тел в пространстве, таких как пропорциональность и коллинеарность радиусов-векторов сходственных точек модели и натуры относительно начала координат. Анализ геометрических форм подобия показал, что для математической основы технологии визуализации процесса смещения с наибольшей степенью наглядности могут быть использованы трапеции, треугольники и прямоугольники. Результаты моделирования показали возможность применения данного подхода к визуализации процесса смещения в обучении на тренажерных комплексах.

Библиографический список

1. Айнштейн В.Г. Общий курс процессов и аппаратов химической промышленности. – М.: Бином. 2014. – 1758 с.
2. Полевой Н.М., Гиацинтов А.М. Требования к компоненту визуализации виртуального окружения в имитационных системах // Автоматика и программная инженерия. – 2016. – № 3. – С. 34–40.

Сведения об авторах

Маркелова Анастасия Павловна – студентка Национального исследовательского Томского политехнического университета, Физико-технического института, гр. 072А, г. Томск, e-mail: apm7@tpu.ru.

Вильнина Анна Владимировна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Электроника и автоматика физических установок» Национального исследовательского Томского политехнического университета, г. Томск, e-mail: vilnina@tpu.ru.

М.А. Чалов, И.А. Шмидт

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ РЕГИСТРАЦИИ ПАРАМЕТРОВ СТЕНДОВЫХ ИСПЫТАНИЙ В ДОКУМЕНТООРИЕНТИРОВАННОЙ БАЗЕ ДАННЫХ

В данной статье рассмотрены такие понятия, как испытательное производство и «паспорт испытания». Выявлены недостатки существующего решения по хранению информации в виде реляционной модели данных. Была предложена подсистема хранения параметров, базирующаяся на применении документоориентированной базы данных MongoDB, обоснован выбор данной БД. Для проверки технологии хранения параметров авторами было разработано тестовое приложение. Приложение реализовано при помощи объектно-ориентированного языка программирования Java. Описан подробный принцип работы приложения.

Ключевые слова: испытательное производство, «паспорт испытания», третий уровень, MongoDB.

M.A. Chalov, I.A. Shmidt

DEVELOPMENT OF THE REGISTRATION SYSTEM OF PARAMETERS OF BENCH TESTS IN THE DOCUMENT-ORIENTED DATABASE

In this article deals with a concept such as production test and «test passport». Found the drawbacks of the existing method for storage of information in the form of relation data model. Was proposed subsystem of storage of data based on the application of document-oriented database MongoDB and proven it choice. To check the method of storage data the authors developed a test application. The application is implemented using object-oriented programming language Java. Was described the principle of the application.

Keywords: production test, «test passport», third level, MongoDB.

Испытательное производство является неотъемлемой и важной частью процесса изготовления сложного технологического изделия (СТИ) и включает в себя такие виды испытаний, как доводочные, предварительные и приёмочные, они могут различаться по методам, продолжительности, месту проведения и регистрируемым параметрам.

Суть остаётся одна – проверить сложное техническое изделие на наличие неисправности, чтобы избежать непредвиденных

последствий до того момента, когда агрегат/деталь/узел будет эксплуатироваться.

В настоящее время информация при проведении стендовых испытаний СТИ (физические и «датчиковые» значения замеренных параметров) записываются во время их проведения в двоичный файл. Для организации хранимых данных такой системы используется структура (совокупность таблиц), описывающая каждый из регистрируемых параметров, которая называется «паспорт испытания». «Паспорт испытания» хранится в РСУБД, он содержит конфигурацию и параметры каналов измерения [1].

Автоматизированный сбор, хранение и анализ информации проводят с применением двухуровневой архитектуры. Что она из себя представляет, мы рассмотрим ниже.

1. Нижний уровень. Условно нижний уровень разделён на две подсистемы: подсистема аналогового ввода-вывода данных и дискретного ввода-вывода. Задачи данного уровня следующие:

- прием сигналов с первичных преобразователей, преобразование этих сигналов к одному уровню, фильтрация и далее аналогово-цифровое преобразование и передача на верхний уровень;
- прием и преобразование дискретных сигналов состояния стендовых исполнительных устройств типа включен/отключен, открыт/закрыт и передача их на верхний уровень;
- прием информации с верхнего уровня и выдача сигналов управления на требуемые исполнительные устройства.

2. Верхний уровень. Верхний уровень представляет собой рабочую станцию под управлением операционной системы с необходимым программным обеспечением.

На верхнем уровне происходит локальное управление испытанием: формирование и принятие решений о непосредственном его проведении и ведётся учёт параметров и их изменений с использованием базы данных («паспорта испытания»). На рисунке изображена общая схема связи нижнего и верхнего уровней.

В настоящее время результаты испытаний хранятся в виде обычных архивных файлов. Так как записанная информация актуальна только в контексте текущего испытания, то получение данных из файлов, относящихся к прошедшим испытаниям, не может быть формализовано и полностью автоматизировано. Потому далее будет рассмотрен вариант реализации дополнительного уровня – третьего [2].



Рис. Общая схема нижнего и верхнего уровней

3. Третий уровень. Третий уровень – это уровень получения и хранения информации о прошедших испытаниях на разных стендах для инженерных служб предприятия [3].

Данные хранятся в однотипном виде (независимо от вида испытания) и удобном для пользователя (оператора), что позволяет проводить поиск информации и её извлечение по запросам, формирование результативных таблиц и проведение расчётов, а также построение графиков и выдачу протоколов испытаний.

Таким образом, третий уровень является единой базой данных предприятия, которая объединяет все стенды предприятия и рабочие станции в единую сеть. Такой подход как раз-таки и способствует долговременному хранению информации по каждому испытанию, СТИ или же отдельному узлу, быстрому доступу к данной информации как в пределах предприятия, так и (в перспективе) вне его пределов благодаря доступу в глобальную сеть – Интернет [4].

4. Выбор базы данных. Важным аспектом проведения стендовых испытаний является разнородность получаемой информации (база данных должна хранить данные, представляющие метаинформацию о проведении испытания, и временные ряды – информацию, собираемую в процессе испытаний с привязкой к моменту времени) [5].

Традиционные промышленные реляционные СУБД хорошо подходят для оперативного сбора данных, но они не приспособлены для эффективного хранения и обработки временных рядов из-за использования таких механизмов, как нормализация (она понижает производительность) и поддержка транзакций (приводит к большим затратам ресурсов). Данные механизмы являются эффективными при решении корпо-

ративных задач, но они не используются в задачах хранения и обработки большого количества информации об испытаниях. В результате производительность обработки временных рядов оказывается очень низкой. Однако применение баз данных типа поSQL является эффективным подходом для организации долговременного хранения данных. Подобные БД позволяют объединять набор элементов в абстракцию, называемую «документ». Документы могут иметь вложенную структуру и объединяться в коллекции, которые также могут содержать коллекции.

Основной инструмент повышения производительности документоориентированной базы данных (ДОБД) заключается в их иерархической ориентированности. Документальное представление позволяет рассматривать отдельные уровни иерархии как конечные документы, которые содержат в себе необходимую метаинформацию и могут быть использованы для решения конечных задач.

Использование документоориентированной СУБД также позволяет разрабатывать и использовать базы данных нестрогой структуры с возможностью динамического расширения, что является разумной альтернативой реляционным базам данных [6, 7].

Из существующих документноориентированных баз данных была выбрана MongoDB [8].

5. «Тестовое приложение». Авторами разработано Java-приложение, являющееся аналогом программы «Рабочая станция», действующей на авиадвигателестроительном предприятии в настоящее время. Вместо традиционных для предприятия способов хранения информации (реляционная база данных и двоичные файлы) данное приложение использует для всех своих задач MongoDB. Разработанное приложение позволяет решить следующие задачи:

- конфигурирование каналов измерения для проведения испытания (аналог паспорта испытаний). Хранение метаинформации о параметрах испытаний также производится в MongoDB;
- запись данных испытаний в базу данных MongoDB, используя структуру временного ряда;
- извлечение данных об испытаниях (построение трендов).

Библиографический список

1. Васнев Н.В., Шмидт И.А. Система регистрации параметров испытаний сложных изделий на основе документоориентированной базы данных // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 11-3. – С. 500–504.

2. Кавалеров Б.В. Методологические и теоретические основы автоматизации испытаний систем управления электроэнергетическими газотурбинными установками с учетом динамики электроэнергетической системы: дис. ... д-ра техн. наук. – М., 2012. – 412 с.

3. Попов Д.А., Шмидт И.А. Выбор методов реализации верхнего уровня проведения испытаний газотурбинных установок на базе аппаратных средств National Instruments // Научные исследования и инновации. – 2012. – Т. 6. – № 1–4. – С. 249–254.

4. Попов Д.А., Шмидт И.А. Разработка функциональной структуры программного комплекса испытаний газотурбинных установок мощностью до 40 МВт // Научные исследования и инновации. – 2012. – Т. 6. – № 1–4. – С. 264–270.

5. Кавалеров Б.В., Казанцев В.П., Шмидт И.А. Компьютерные и полунатурные испытания средств управления энергетических газотурбинных установок // Информационно-управляющие системы. – 2011. – № 4. – С. 34–41.

6. Попов Д.А., Шмидт И.А. Разработка системы управления архивными данными испытаний газотурбинных установок большой мощности // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 2.

7. Сопряжение программных сред в задачах моделирования и тестирования систем управления энергетическими газотурбинными установками / И.А. Шмидт, Б.В. Кавалеров, К.А. Один, А.А. Шигапов // Информационно-управляющие системы. – 2009. – № 5. – С. 25–31.

8. Кайл Бэнкер. MongoDB в действии. – М.: ДМК-Пресс, 2012. – 395 с.

Сведения об авторах

Чалов Максим Александрович – магистрант Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. ИСУП-15-2м, г. Пермь, e-mail: maxim.chaloff@yandex.ru.

Шмидт Игорь Альбертович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Микропроцессорные средства автоматизации» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: shmidt-ia@yandex.ru.

А.А. Сидоров, А.В. Кычкин

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ГРУППЫ КОМПРЕССОРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ ЭНЕРГОМОНИТОРИНГА

В статье рассмотрены аспекты организации системы автоматизированного мониторинга группы компрессоров. Предлагается организовать автоматизированный мониторинг энергетических параметров компрессоров с помощью портативного комплекса удаленной телеметрии VIDA350MC. Рассматривается группа из шести поршневых компрессоров. Выявлены следующие проблемы: большие излишки сжатого воздуха, нестабильность давления, необходимость ручного управления компрессорами. Сделан вывод относительно более эффективного использования энергоресурсов и сокращения излишков. Предложена система эффективного управления.

Ключевые слова: компрессор, сбор данных, энергетический мониторинг, программируемый логический контроллер, VIDA 350MC.

A.A. Sidorov, A.V. Kychkin

ENERGY MONITORING GROUPS COMPRESSORS

This paper describes discusses aspects of the organization of the automated monitoring of multiple compressors. It is proposed to organize the automated monitoring of energy parameters of the compressor with a portable remote telemetry VIDA350MC. We consider the group of six piston direct drive compressors. Found the following problems: large excess compressed air, pressure instability, the need for compressors. The conclusion regarding the more efficient use of energy resources and the reduction of the excess with a demonstration of the proposed solutions. As a result of monitoring, a system of effective management.

Keywords: compressor, data acquisition, energy monitoring, programmable logic controller, VIDA 350MC.

Введение. Для достижения экономии и сокращения расходов на энергию крупных технологических объектов промышленных предприятиях необходимо автоматизировать процесс мониторинга и повышать эффективность решений по модернизации оборудования или его настройке [1–3]. С учетом развития законодательной базы и стремления к внедрению стандартов энергетического менеджмента задача повышения энергоэффективности производств как основных потребителей электрической и тепловой энергии в мире стоит особенно остро [1–3].

1. Техническое описание объекта энергопотребления – компрессора ВП-20/8 МУ4. На многих производствах, используется сжатый воздух, который производится централизованно на компрессорной станции предприятия, являющейся крупным потребителем электрической энергии [1–3]. Часто компрессоры сочетают в себе группы, работающие от напряжения 6 и 0,4 кВ.

Примером исследования станет группа компрессоров, состоящая из трех поршневых компрессоров 2ВМ10-63/9 ГОСТ 23680-79 и трех малых поршневых ВП-20/8МУ4 ГОСТ 5.28-67, технические характеристики которых приведены в табл. 1, с использованием системы энергомониторинга.

Таблица 1

Технические характеристики компрессорного оборудования

Модель	Давление воздуха, кг/см ²	Выход, м ³ /мин	Мощн., кВт	Габарит. размеры, мм			Вес, кг
				Д	Ш	В	
2ВМ10-63/9	9	63	400	3500	4400	2840	3810
ВП-20/8 МУ4	8	20	132	2370	1620	2230	3800

Для поддержания показателей технологического процесса постоянно в работе находится один из крупных компрессоров. Наиболее целесообразным считаются мониторинг и оптимизация группы малых компрессоров – ВП-20/8МУ4. Данный компрессор представляет собой крейцкопфную машину с прямоугольным расположением цилиндров, внешний вид ее приведен на рис. 1.

2. Мониторинг и анализ энергоданных компрессорного оборудования. В процессе исследования режимов работы на компрессор ВП-20/8 МУ4 был установлен измерительный комплекс VIDA 350 MC – Scout Case для сбора и анализа данных по потреблению электрической энергии. Мониторинг работы компрессора производился с помощью портативного комплекса удаленной телеметрии VIDA350MC. Благодаря данному комплексу организуется эффективный мониторинг группы компрессоров в различные периоды времени с целью установления зависимостей в потреблении энергии, расчетов времени простоя и наработки, расчета выработки сжатого воздуха по номинальной производительности и другие задачи [2–4].

JEVis Scout Case укомплектован счетчиком электрической энергии Gossen Metrawatt U189B с возможностью подключения

трансформаторов тока 1, 5 А. С учетом объема потребления сжатого воздуха и результатов анализа времени наработки компрессоров можно провести расчет доли потерь. Возьмем для расчетов объем произведенного и потребленного воздуха за декабрь месяц 2016 года (табл. 2).



Рис. 1. Компрессор ВП 20/8 МУ4, установленный в компрессорной АО «ПЗСП»

Таблица 2

Количество произведенного и потребленного воздуха за первую неделю ноября 2016 г.

Дата	$V_{\text{пр}}, \text{ м}^3$	$V_{\text{потр}}, \text{ м}^3$
01.12.2016	104400	70444
02.12.2016	97200	69592,81
03.12.2016	96000	66005,66
04.12.2016	105600	61950,25
05.12.2016	98400	74098,78
06.12.2016	108000	63469
07.12.2016	102000	73128,56

$$\Sigma V_{\text{пр}} = 3330000 \text{ м}^3, \quad \Sigma V_{\text{потр}} = 1986098,56 \text{ м}^3, \quad V_{\text{потр}} = 1343901,44 \text{ м}^3.$$

В настоящий момент излишки сжатого воздуха стравливаются в атмосферу путем ручного открытия задвижки. Объем потерь составляет около 1/3 части от произведенного объема сжатого воздуха, что обуславливает необходимость анализа и оптимизации режимов.

Построен график режима работы группы компрессоров за декабрь месяц 2016 г. (рис. 2) [4, 5]. Построены графики реального расхода воздуха и произведенного, а также количества издержек сжатого воздуха (по дням) (рис. 3, 4).

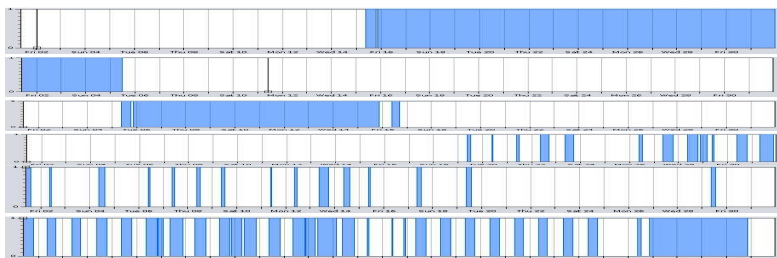


Рис. 2. График работы группы компрессоров: три верхние строки – 2BM10-63/9, три нижние – ВП-20/8 МУ4

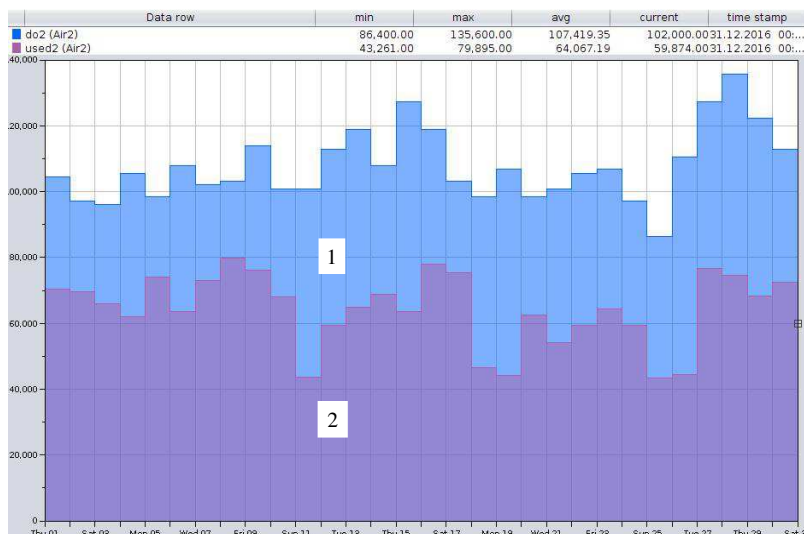


Рис. 3. График реального расхода воздуха 2 и произведенного I (по дням)

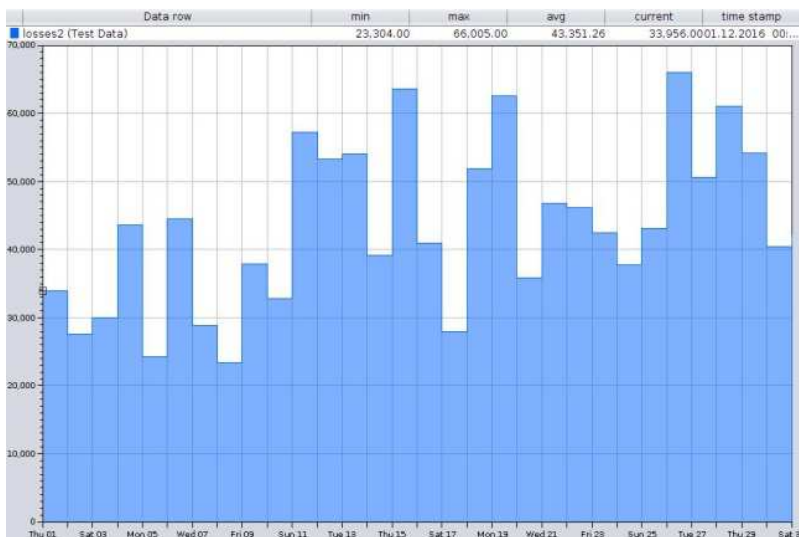


Рис. 4. Количество издержек сжатого воздуха (по дням)

На рис. 3 синим цветом показано количество производимого сжатого воздуха, фиолетовым количество потребляемого, что наглядно подтверждает наличие постоянного уровня издержек. Исходя из графика 4, можно сделать вывод о целесообразности снижения потерь за счет замены части малых поршневых компрессоров на винтовые с установкой системы автоматического управления заслонкой сброса.

3. Система эффективного управления группой компрессоров.

Для снижения потерь воздуха и затрат электрической энергии предлагается заменить часть поршневых компрессоров на винтовые, обладающие возможностью частотного регулирования скорости электропривода. В качестве образца рассмотрим винтовой компрессор ЕКОМАК 132D VST, обеспечивающий автоматическое поддержание давления и регулирование объема воздуха.

При замене поршневого компрессора ВП-20/8МУ4 на винтовой ЕКОМАК 132D VST. По графику 4 также видно, что в дни, когда не работал ни один малый компрессор, излишки воздуха сохраняются. Для их устранения и полной автоматизации компрессорной станции потребуется установка либо автоматического клапана сброса избыточного давления, либо замена большого поршневого компрессора 2ВМ10-63/9 на винтовой ЕКО 315 QD.

Закключение. Результаты мониторинга показали высокие потери сжатого воздуха, вызванные несбалансированным режимом работы группы компрессоров. Сделан вывод, что замена группы малых поршневых компрессоров ВП-20/8 МУ4 на винтовые ЕКОМАК 132D VST позволит снизить излишки воздуха, что приведет к сокращению расходов на электроэнергию на 10–13 %, а также к более стабильному значению давления воздуха в системе. Предложенная автоматизированная система мониторинга режимов работы группы компрессоров планируется к использованию в составе эффективной информационно-аналитической системы управления энергоресурсопотреблением предприятия [5].

Библиографический список

1. Saygin D.W., Patel M.K., Gielen D.J. Global Industrial Energy Efficiency Benchmarking. An Energy Policy Tool: Working Paper/Under the guidance of Pradeep Monga, United Nations Industrial Development Organization. – Vienna International Centre, Austria, 2010. – URL: <http://www.unido.org>. (дата обращения: 22.12.2016).
2. Кычкин А.В. Синтез системы удаленного энергетического мониторинга производства // Металлург. – 2015. – № 9. – С. 20–27.
3. Новиков В.В. Интеллектуальные измерения на службе энергосбережения // Энергоэксперт. – 2011. – № 3. – С. 68–70.
4. Кычкин А.В. Модель синтеза структуры автоматизированной системы сбора и обработки данных на базе беспроводных датчиков // Автоматизация и современные технологии. – 2009. – № 1. – С. 15–20.
5. Костыгов А.М., Кычкин А.В. Структуризация удаленного мониторинга группы интеллектуальных подвижных платформ в реальном времени // Датчики и системы. – 2013. – № 9. – С. 65–69.

Сведения об авторах

Сидоров Антон Андреевич – студент Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. МСА-13-16, г. Пермь, e-mail: sidorov_aa@bk.ru.

Кычкин Алексей Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Микропроцессорные средства автоматизации» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: aleksey.kychkin@gmail.com.

Д.П. Наумов, Д.П. Стариков

АВТОМАТИЧЕСКИЙ РЕГУЛЯТОР НА ОСНОВЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

В данной статье рассматривается новый подход к регулированию, основанный на машинном обучении, который лишен ключевых недостатков других существующих подходов.

Ключевые слова: ПИД-регулятор, машинное обучение.

D.P. Naumov, D.P. Starikov

AUTOMATIC CONTROLLER BASED ON MACHINE LEARNING

This article discusses a new approach to the regulation based on machine learning, which lacks the key disadvantages of other existing approaches.

Keywords: PID controller, machine learning.

Описание различных подходов к регулированию автоматизированных систем. На сегодняшний день перед современными инженерами встает очень актуальная проблема регулирования технологических процессов в различных отраслях промышленности (топливной, металлургической, легкой, пищевой, химической и т.д.). В качестве примера можно привести процесс поддержания уровня жидкости в резервуаре в заданном диапазоне. Применение автоматизации позволяет легко контролировать уровень жидкости, снизить время работы насосов и потребление электроэнергии ими, а также защитить насосы от работы в сухом режиме, т.е. при отсутствии жидкости.

Для решения проблемы регулирования технологических процессов существует несколько различных подходов, таких как классическое регулирование, МРС-регулирование, АРС-регулирование. Однако каждый из приведенных подходов имеет свои недостатки.

При классическом подходе к регулированию корректная работа объекта управления достигается только при точном подборе коэффициентов ПИД-регулятора. Для этого необходимо произвести точную настройку данного контроллера. Вопреки распространенному представлению ПИД-регуляторы являются далеко не простыми в настройке, так как достаточно трудоемко подбирать коэффициенты, которые оказывают разное воздействие на объект управления.

В настоящее время еще отсутствует единый метод расчета параметров регулятора для контура регулирования. Однако предложен ряд подходов, таких как [1]:

- эмпирический метод настройки Циглера–Никольса;
- метод настройки Шубладзе;
- метод настройки Куна – «Т-правило»;
- метод настройки Шеделя.

Также стоит отметить, что ПИД-регуляторы требуют постоянной подстройки, что является очень нежелательной процедурой, так как она в значительной степени расходует наши временные ресурсы.

При реализации APC-подхода претерпевает изменения как полевой, так и средний уровень системы, что влечет за собой удорожание программно-технических комплексов, т.е. для реализации APC необходимо приобрести больше задвижек, датчиков и программно-логических контроллеров (ПЛК) и т.п. Из этого можно сделать вывод, что APC-регулирование требует значительных денежных затрат.

Также APC-подход обладает еще одним существенным недостатком: значительная сложность настройки, т.е., например, для настройки ПИД-контура пользуются стандартными (шаблонными) методами настройки, которые были приведены выше. В свою очередь, настройка APC-контура индивидуальна для каждого конкретного случая.

Проблема MPC-регулирования заключается в том, что на этапе проектирования очень проблематично создать адекватную модель поведения системы, так как на нее существенно влияет изменение условий среды или процесса в связи с изнашиванием оборудования, и, соответственно, меняются динамические свойства системы, что, в свою очередь, требует дополнительной доработки модели.

С каждым днем задачи, с которыми должны справиться САР, становятся все выше и выше. Соответственно требования, предъявляемые к системам, а в частности к регуляторам, также становятся выше. Все подходы к регулированию, рассмотренные выше, к сожалению, не являются совершенными и обладают недостатками, которые мешают им выполнять максимально высокие задачи на сегодняшний день. Современный контроллер не должен обладать недостатками данных регуляторов. В связи с этим встает задача о создании такого контроллера. Помочь в этом может машинное обучение (МО).

Машинное обучение. Стоит сказать пару слов о том, что же такое МО. *Машинное обучение* (Machine Learning) – обширный подраздел

искусственного интеллекта, изучающий методы построения алгоритмов, способных обучаться. Различают два типа обучения. *Индуктивное обучение* основано на выявлении общих закономерностей по частным эмпирическим данным. *Дедуктивное обучение* предполагает формализацию знаний экспертов и их перенос в компьютер в виде базы знаний. Структурная схема машинного обучения представлена на рис. 1.

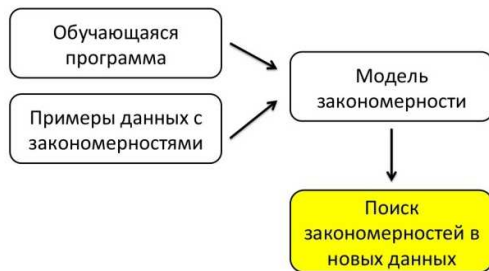


Рис. 1. Структурная схема МО

Остановимся поподробнее на индуктивном обучении. Пусть дано конечное множество прецедентов (объектов, ситуаций), по каждому из которых собраны (измерены) некоторые данные. Данные о прецеденте называют также его описанием. Совокупность всех имеющихся описаний прецедентов называется обучающей выборкой. Требуется по этим частным данным выявить общие зависимости, закономерности, взаимосвязи, присущие не только этой конкретной выборке, но вообще всем прецедентам, в том числе тем, которые ещё не наблюдались.

Наиболее распространённым способом описания прецедентов является признаковое описание. Фиксируется совокупность n показателей, измеряемых у всех прецедентов. Если все n показателей числовые, то признаковые описания представляют собой числовые векторы размерности n .

Для решения задачи индуктивного обучения в первую очередь фиксируется модель восстанавливаемой зависимости. Затем вводится функционал качества, значение которого показывает, насколько хорошо модель описывает наблюдаемые данные. Алгоритм обучения (learning algorithm) ищет такой набор параметров модели, при котором функционал качества на заданной обучающей выборке принимает оптимальное значение. Процесс настройки (fitting) модели по выборке данных в большинстве случаев сводится к применению численных методов оптимизации [2].

На данном рисунке видно, что в основе разрабатываемого регулятора лежат два устройства: классический ПИД-регулятор и нейронная сеть (НС) NNET. НС обучена с помощью МО на основе выборки следующих данных: значения входа x и выхода y объекта управления (в данном случае объектом управления является блок Transfer Fcn), времени t , а также коэффициентов ПИД-регулятора (пропорционального, интегрирующего и дифференцирующего). Подобные выборки составляются на основе данных об объекте, полученных из реальной эксплуатации объекта аналога, либо желаемых характеристик.

337

по вновь получаемым значениям. Таким образом нивелируются эффект старения оборудования и его уход в инерционность.

Закключение. Предложенный выше подход универсален. Он достаточно прост в реализации по сравнению с тем же МРС-подходом. Главным достоинством подхода к регулированию с использованием МО является то, что регуляторы данного типа не требуют никаких дополнительных подстроек и их срок службы значительно выше срока службы классических ПИД-регуляторов. По своей сути НС является таким «подстройщиком» в автоматическом режиме. В экономическом плане стоимость данных технологий значительно ниже, по сравнению с АРС-регулированием. В связи со всем вышеизложенным можно с уверенностью сказать, что на данный момент и в ближайшем будущем данный тип регулирования является крайне перспективным в силу своей простоты и экономических показателей.

Библиографический список

1. Елисеева А.А., Малышенко А.М. Анализ методов настройки параметров ПИД-регулятора // Молодежь и современные информационные технологии: сб. тр. VII Всерос. науч.-практ. конф. студ., аспирантов и молод. ученых. – Томск: СПБ Графиск, 2009. – Т. 2. – С. 30–31.

2. Машинное обучение // Википедия [2007–2017]. – URL: <http://ru.wikipedia.org/?oldid=84353419> (дата обращения: 23.03.2017).

Сведения об авторах

Наумов Дмитрий Павлович – студент Национального исследовательского Томского политехнического университета, Института кибернетики, гр. 8Т4А, г. Томск, e-mail: Naumovdmtr96@gmail.com.

Стариков Дмитрий Павлович – аспирант Национального исследовательского Томского политехнического университета, Института кибернетики, гр. А5-36, г. Томск, e-mail: dstarikov@me.com.

А.С. Бояршинова, А.Г. Шумихин

СИНТЕЗ КОМПЕНСАТОРОВ КОНТРОЛИРУЕМЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ УПРАВЛЯЕМОГО ОБЪЕКТА

Приведены результаты исследований по построению алгоритмов компенсации контролируемых возмущений для управляемого лабораторного объекта. Построение компенсационных алгоритмов включает идентификацию управляемого объекта путем аппроксимации его поведения нейросетевой моделью, которая используется для проведения вычислительного эксперимента с целью определения параметров передаточных функций идентифицируемых каналов объекта. Найденные параметры используются для настройки алгоритмов компенсации контролируемых возмущений.

Ключевые слова: объект с системой управления, идентификация, нейронная сеть, моделирование, комплексная частотная характеристика, передаточная функция, алгоритм компенсации.

A.S. Boyarshinova, A.G. Shumixin

SYNTHESIS OF ALGORITHM WITH DISTURBANCE CANCELLATION FOR CONTROL OBJECT

Results of research on synthesis of algorithm with disturbance cancellation for control object are given. The synthesis includes control object identification based on neural network processes modeling. The resulting model simulates the behavior of the system and lets us find the system's output, including outputs for periodic test influences. By the resulting complex frequency response we find the parameters of the channel transfer function. Algorithm with disturbance cancellation is created on this transfer function.

Keywords: object with control system, identification, neural network, modeling, complex frequency response, transfer function, algorithm with disturbance cancellation.

Процессы, протекающие в химической технологии, как правило, достаточно инерционны, а для объектов характерны транспортное запаздывание и существенное изменение параметров в ходе эксплуатации. Поддержание целевых параметров, влияющих на качество продукта, в таких условиях с высокой точностью требует применения улучшенных способов управления, например, применения комбинированных систем автоматического регулирования.

Современные распределенные системы управления, применяемые на предприятиях химической отрасли, позволяют реализовать управляющие функции, повышающие качество процессов управления, например, функцию компенсации разомкнуто-замкнутыми системами регулирования контролируемых возмущений. Настройка подобных алгоритмов требует идентификации соответствующих каналов объекта. Для случаев, когда невозможно идентифицировать нужные каналы передачи технологического объекта известными способами, предлагается использование нейронных сетей в качестве инструмента для идентификации взаимосвязей технологических переменных автоматизированных объектов [1].

Пример идентификации каналов передачи лабораторного объекта. С целью иллюстрации изложенного подхода проведены исследования на лабораторной установке. Схема лабораторной установки представлена на рис. 1.

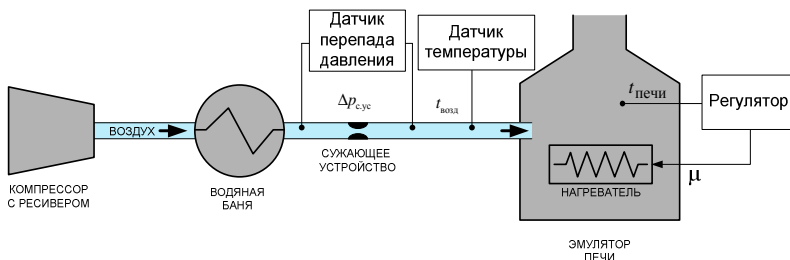


Рис. 1. Лабораторная установка

Объектом является эмулятор печи. Регулятор вырабатывает управляющее воздействие (изменение напряжения тока на нагревателе) по пропорционально-интегральному закону регулирования (параметры регулятора – $k_p = 5,3$, $T_i = 67$) при отклонении управляемой величины – значения температуры печи от заданного ($40\text{ }^{\circ}\text{C}$). Эмулятор печи обдувается воздухом. Воздух, подаваемый на обдув, проходит через змеевик, помещенный на водяную баню и сужающее устройство. Температура воздуха, перепад давления на сужающем устройстве, температура печи и управляющее воздействие регистрируются с периодом, равным одной секунде.

При проведении эксперимента на лабораторной установке регулятор работает в автоматическом режиме. Температура подаваемого

на обдув воздуха изменяется путем добавления горячей или захлаженной воды в водяную баню. Перепад давления на сужающем устройстве варьируется из-за изменения расхода воздуха, поступающего из ресивера. Давление в ресивере поддерживается двухпозиционной системой путем включения-выключения компрессора. Расход воздуха изменяется вентилем на выходе из ресивера.

По наработанным данным обучена динамическая нелинейная автокорреляционная нейронная сеть [2].

Обученная нейронная сеть аппроксимирует поведение управляемого лабораторного объекта, работающего в динамическом режиме. На входы сети подаются значения входных сигналов объекта – двух контролируемых возмущений (температура воздуха и перепад давления на сужающем устройстве) и управляющего воздействия регулятора. По известным входным данным нейронная сеть выдает на выходе нормированное значение температуры печи со средним квадратичным отклонением от измеренного значения, не превышающим на тестовой выборке 0,05.

На основе обученной нейронной сети создана модель лабораторного объекта с системой управления. Сигнал управляющего воздействия формирует аналитическая модель, описывающая поведение регулятора температуры (рис. 2).

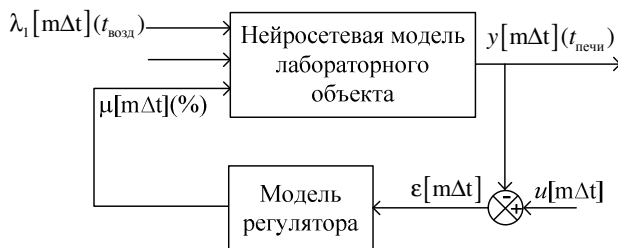


Рис. 2. Модель управляемого лабораторного объекта

На модели лабораторного объекта с системой управления проведен вычислительный эксперимент по определению частотных характеристик каналов «вход-выход». Входной незашумленный синусоидальный сигнал реализован на различных частотах. Диапазон частот для соответствующих каналов взят из диапазона частот, установленных по результатам спектрального анализа экспериментальных данных.

Для оценки параметров передаточных функций каналов передачи лабораторного объекта составлены выражения для аппроксимирующих комплексных частотных характеристик каналов вида

$$W_{y\lambda}^{sys}(j\omega_v) = \frac{\frac{k_{y\lambda}}{T_{y\lambda}s+1} e^{-j\omega_v\tau_{y\lambda}}}{1 + \frac{k_{\mu}}{T_{\mu}j\omega_v+1} e^{-j\omega_v\tau_{\mu}} \left(k_r + \frac{k_r}{T_i j\omega_v} \right)} = \operatorname{Re}_{y\lambda}^{sys}(\omega_v) + j\operatorname{Im}_{y\lambda}^{sys}(\omega_v)$$

и выражение для вычисления функции ошибки

$$\begin{aligned} \Phi(k_{y\lambda}, \tau_{y\lambda}, T_{y\lambda}, k_{\mu}, \tau_{\mu}, T_{\mu}) = \\ = \sum_{v=1}^N (\operatorname{Re}_{sys}^E(\omega_v) - \operatorname{Re}_{y\lambda}^{sys}(\omega_v))^2 + \sum_{v=1}^N (\operatorname{Im}_{sys}^E(\omega_v) - \operatorname{Im}_{y\lambda}^{sys}(\omega_v))^2 \end{aligned} \quad (1)$$

Нахождение минимума функции ошибки (1) при заданных ограничениях дает следующие значения искомых оценок:

$$\begin{aligned} k_{y\lambda 1} = -0,12, \quad \tau_{y\lambda 1} = 5,6, \quad T_{y\lambda 1} = 10,1, \quad k_{y\lambda 2} = 0,5, \quad \tau_{y\lambda 2} = 3,1, \\ T_{y\lambda 2} = 13,2, \quad k_{\mu} = 0,1, \quad \tau_{\mu} = 6,7, \quad T_{\mu} = 9,1. \end{aligned}$$

Решение получено с использованием программной среды MatLab (приложение Optimisation toolbox) методом последовательного программирования (SQP) с ограничениями.

Найденные параметры передаточных функций использованы для построения комбинированной системы регулирования температуры печи, включающей блоки компенсации контролируемых возмущений. Внедрение алгоритмов компенсации позволило сократить среднюю абсолютную ошибку в два раза.

Заключение. Представленный подход позволяет параметрически идентифицировать объект с системой управления передаточными функциями каналов «вход-выход» с целью построения алгоритмов компенсации контролируемых возмущений, что подтверждается результатами проведенных на управляемом лабораторном объекте экспериментальных исследований. Это свидетельствует о высокой аппроксимирующей способности примененной динамической рекуррентной нейронной сети с обратной связью, а также корректностью методики определения параметров передаточных функций каналов объекта с системой управления по экспериментальным частотным характеристикам.

Библиографический список

1. Шумихин А.Г., Бояршинова А.С. Идентификация сложного объекта управления по частотным характеристикам, полученным экспериментально на его нейросетевой динамической модели // Автоматика и телемеханика. – 2015. – № 4. – С. 125–134.

2. Шумихин А.Г., Бояршинова А.С. Алгоритм выбора структурных параметров искусственной нейронной сети и объема обучающей выборки при аппроксимации поведения динамического объекта // Компьютерные исследования и моделирование. – 2015. – Т. 7. – № 2. – С. 243–251.

Сведения об авторах

Бояршинова Анна Сергеевна – ассистентка кафедры «Автоматизация технологических процессов» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: boyarshinovaann@gmail.com.

Шумихин Александр Георгиевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Автоматизация технологических процессов» Пермского национального исследовательского политехнического университета, e-mail: shumichin@gmail.com.

Н.И. Войтехов, А.Н. Лыков

**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ
РЕГУЛИРОВАНИЕМ ДАВЛЕНИЯ НА ПЕРВОЙ СТУПЕНИ
ТУРБОКОМПРЕССОРА ПРОПАНОВОЙ
ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ**

В данной статье рассматривается автоматизированная система управления контуром поддержания давления на первой ступени турбокомпрессора пропановой холодильной установки Южно-Балыкского ГБЗ при помощи антипомпажного регулирующего клапана.

Ключевые слова: автоматизация, система, помпаж, контур регулирования, турбокомпрессор, моделирование, клапан, оптимизация, схема, настройка.

N.I. Voitekhov, A.N. Lykov

**AUTOMATED CONTROL SYSTEM OF REGULATION
OF PRESSURE AT THE FIRST STEP
OF THE TURBOCOMPRESSOR OF THE PROPANE
REFRIGERATION UNIT**

In this article examined, the automated control system of a contour of maintenance of pressure at the first step of a turbocompressor of the propane refrigeration unit of Southern-Balyksky GBZ by means of the antipompazhny adjusting valve is considered.

Keywords: automation, system, surge, contour loop, turbokompressor, modeling, valve, optimization, scheme, setting.

Помпаж турбокомпрессоров – большая проблема, возникающая при отсутствии требуемого давления на приеме турбокомпрессора, которая приводит к выходу из строя машины, вызванная сильными нагрузками на лопатки турбокомпрессора, циклы которых могут повторяться каждые 0,5–3 с.

Турбокомпрессор «Светлана» представляет собой холодильный пропановый контур с трехступенчатым сжатием паров пропана. Технологическая схема турбокомпрессора состоит из трех линий всаса, на которые пары пропана поступают из холодильников и переохладителей, антипомпажной линии, предназначенной для предотвращения помпажа компрессора, линии сброса на факел и линии нагнетания. Технологическая схема турбокомпрессора «Светлана» представлена на рис. 1.

После того как получены передаточные функции исполнительных механизмов, нужно переходить к синтезу структуры САУ и параметров устройства управления.

При настройке контуров регулирования многоконтурной системы управления исполнительными механизмами на симметричный оптимум передаточные функции компрессора и регулирующих клапанов были представлены в виде оптимальных звеньев третьего порядка. В результате синтеза были получены коэффициенты ПИД-регулятора. На рис. 2 представлена структурная схема поддержания и регулирования давления на первом всасе турбокомпрессора «Светлана».

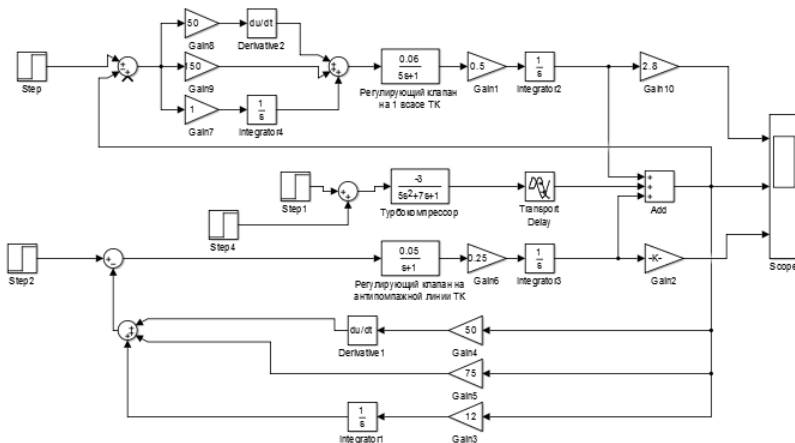


Рис. 2. Структурная схема поддержания и регулирования давления

На рис. 3 представлены графики переходных процессов, где верхний график – степень открытия регулирующего клапана на всасе турбокомпрессора, нижний график – степень открытия регулирующего клапана на линии перепуска, средний график – давление на первой ступени.

На 20-й секунде моделирования подадим возмущение в виде понижения давления на всасе турбокомпрессора. Из графиков видно, что при понижении давления антипомпажный клапан начинает открываться. Как только давление начало выравниваться, регулятор пошел на закрытие. По результатам моделирования можно сделать вывод, что коэффициенты ПИД-регуляторов рассчитаны верно, а следовательно, их можно применять при пусконаладочных работах турбокомпрессора.

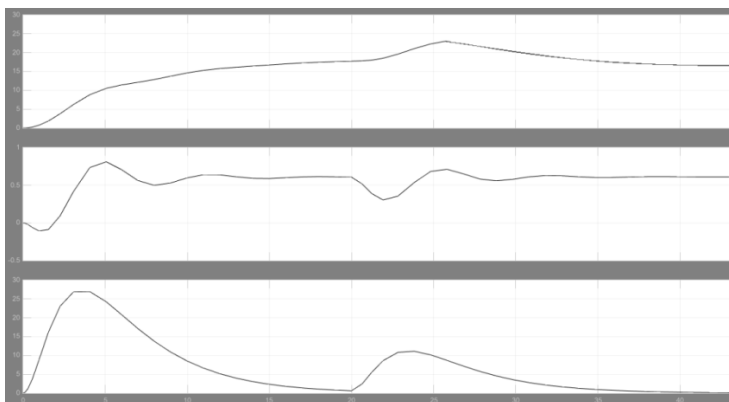


Рис. 3. Графики переходных процессов

На рис. 4 представлены логические схемы, реализованные при помощи функциональных блоков распределенной системы управления Centum VP.

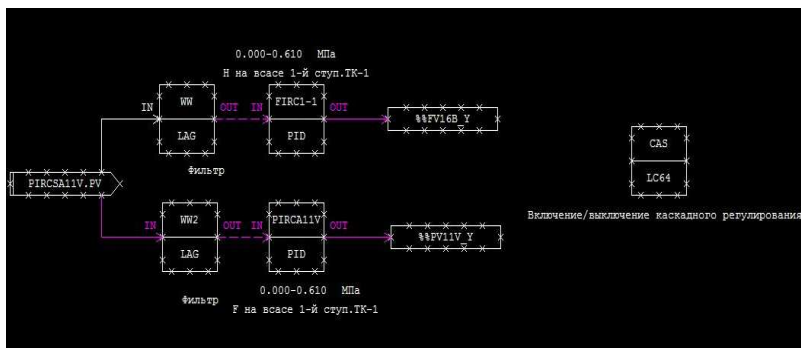


Рис. 4. Логическая схема управления регуляторами

На рисунке показана взаимосвязь между измеряемым давлением, представленным блоком РЮ, и двумя клапанами, регулирующими подачу давления на компрессор. Регулирование подачи давления на компрессор осуществляется в автоматическом режиме. При нехватке давления срабатывает предупредительная сигнализация, и антипомпажный клапан переводится в каскадный режим и включается в работу, отдавая часть давления с нагнетания на вход первой ступени, тем самым компрессор начинает работать сам на себя и полностью исключает

ситуацию возникновения помпажа. После того как компрессор вошел в синхронный режим работы, перепускной клапан перестает быть нужным, он полностью закрывается и переводится в ручной режим.

На рис. 5 представлены тренды, снятые при пробных пусках ТК «Светлана».

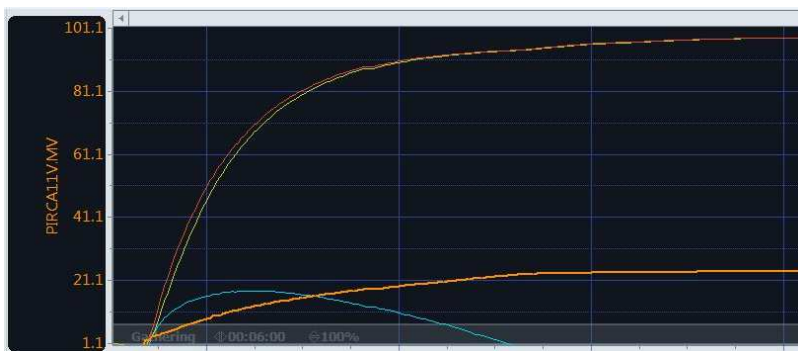


Рис. 5. Тренды пуска ТК

Синим цветом обозначен тренд по перепускному клапану, оранжевым цветом – регулятор на 1-м всасе, а красным – давление на 1-й степени ТК. По построенным трендам мы видим, что при пуске давления системы не хватает, и это может привести к аварийной ситуации, поэтому помпажный клапан начинает открываться. По мере достижения нужного давления помпажный клапан начинает отрабатывать на полное закрытие. По истечении некоторого времени на систему подали возмущение в виде снижения давления до регулирующего клапана на первой ступени. По трендам на рис. 6 можно увидеть работу регулирующих клапанов.

Полученные в результате моделирования техпроцесса коэффициенты ПИД-регулятора в среде MatLab отличались от тех, которые были выставлены при пробных пусках турбокомпрессора. Это связано с тем, что математическая модель имеет упрощённую форму, и турбокомпрессор в ней представляет собой контур понижения давления на всасе. На реальном объекте намного больше возмущающих факторов, в связи с чем коэффициенты были подобраны для достижения необходимых показателей качества переходного процесса. Однако полученные значения регулятора оченьгодились, так как именно в их пределах были подобраны коэффициенты.

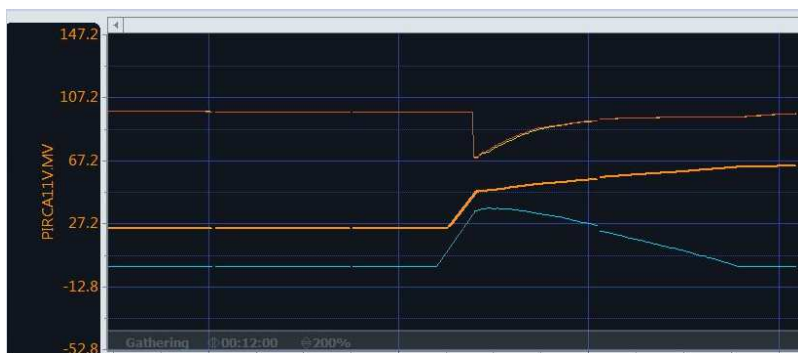


Рис. 6. Тренды с нагрузкой

В статье были произведены моделирование и оптимизация процесса поддержания давления на всасе турбокомпрессора пропановой холодильной установки, по результатам которых были реализованы алгоритмы и настройка исполнительных механизмов выбранного контура регулирования турбокомпрессора в распределенной системе управления Centum VP.

Библиографический список

1. Бесекерский В.А. Теория систем автоматического управления. – СПб.: Профессия, 2003. – 752 с.
2. Технологический регламент по эксплуатации установки переработки газа «Южно-Балыкского газоперерабатывающего завода». – Тюмень, 2013. – 287 с.

Сведения об авторах

Войтехов Никита Игоревич – магистрант Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. ИСУП-15-1м, г. Пермь, e-mail: nikita.voitech@gmail.com.

Лыков Анатолий Николаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Микропроцессорные средства автоматизации» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: lykov45@perm.ru.

**Н.И. Войтехов, Д.А. Чернышев, Ф.Н. Баянов,
Р.А. Погораздов, О.П. Суханов, А.Н. Лыков**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТРУКТУРНЫХ ПАРАМЕТРОВ
ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ И КОЛИЧЕСТВА
ОБУЧАЮЩЕЙ ВЫБОРКИ НА ВЕЛИЧИНУ
СРЕДНЕКВАДРАТИЧЕСКОЙ ОШИБКИ
ПОЛУЧЕННОГО РЕЗУЛЬТАТА. РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ПОДБОРУ ПАРАМЕТРОВ И ОБУЧЕНИЮ СЕТИ**

В данной статье при помощи ряда экспериментов выявлены основные принципы правильного обучения искусственной нейронной сети (ИНС), получены общие закономерности по подбору параметров нейросетевой модели обучения. Также рассмотрено влияние количества обучающей выборки, величины запаздывания на достоверность полученного от ИНС результата.

Обучения ИНС проводились по алгоритму Левенберга–Марквардта при помощи прикладного программного пакета The Neural Network Fitting Tool (MatLab).

Ключевые слова: искусственная нейронная сеть, обучающая выборка, модель динамического объекта, запаздывание ИНС, среднеквадратическая ошибка.

**N.I. Voitekhov, D.A. Chernyshev, F.N. Bayanov,
R.A. Pogorazdov, O.P. Sukhanov, A.N. Lykov**

**THE RESEARCH OF THE INFLUENCE OF THE STRUCTURAL
PARAMETERS OF THE ARTIFICIAL NEURAL NETWORK
AND THE NUMBER OF TRAINING SAMPLES ON THE AVERAGE
OF THE AVERAGE-SQUARE ERROR OF THE OBTAINED
RESULT. THE RECOMMENDATIONS ON SELECTING
PARAMETERS AND TRAINING OF THE NETWORK**

In this article the basic principles of correct training of an artificial neural network (INS) are revealed with the help of a number of experiments, general patterns are found for selecting parameters of the neural network model of training. The influence of the number of training samples and the amount of delay on the reliability of the result obtained from the INS are also considered.

The INS training was conducted using the Levenberg-Marquardt algorithm with the help of the application software package The Neural Network Fitting Tool (MatLab).

Keywords: artificial neural network, training sample, dynamic object model, ANN lag, mean square error.

Среди всех информационно-вычислительных новшеств современного мира существует инструмент, привлекающий особое внимание людей, – это искусственные нейронные сети. Данные нейронные сети похожи на биологические и состоят из процессоров со множеством связей, которые функционируют параллельно как единое целое. Они моделируют элементарные процессы, ассоциируемые с процессами головного мозга человека, например, обучение на основе полученного опыта, извлечение нужной информации из большого ее количества, обобщение. Нейронные сети применяются при оптимизации, управлении, прогнозировании, классификации образов, кластеризации в различных сферах человеческой деятельности.

В настоящее время есть достаточное количество прикладных программ для создания ИНС, но неправильное задание параметров обучающей сети и пренебрежение рядом важных особенностей обучения приводят при использовании полученной нейросетевой модели к большим отклонениям от реальной модели исследуемой системы. Ввиду того, что начинающие ученые-практики сталкиваются с затруднениями при выборе структурных параметров ИНС из-за малого количества научных работ, рассматривающих влияние параметров сети и размера обучающей выборки на результат обучения ИНС, данное исследование является актуальным.

В качестве исследуемой системы в прикладном пакете Simulink (MatLab) построена динамическая модель с тремя независимыми входами, в нашем случае возмущениями (рис. 1) которые поступают на объект с транспортным запаздыванием $t_z = 5$ единиц. Для создания возмущений используется сигнал «Белый шум», пропущенный через фильтр.

С помощью рассмотренной выше динамической системы получаем обучающие и тестирующие выборки для ИНС. Важной особенностью является то, чтобы диапазон изменения величин тестирующей выборки входил в диапазон обучающей и в то же время обе выборки должны иметь различные значения. Данные условия нужны для адекватности оценивания результатов эксперимента.

Целью обучения ИНС сети является прогнозирование поведения объекта при подаче на его вход возмущений. В данном исследовании сеть обучается по хорошо зарекомендовавшему себя алгоритму Левенберга–Марквардта, который используется при решении задач о наименьших квадратах и является альтернативой метода Ньютона. Ввиду того, что функцией активации при проведении эксперимента

является гиперболический тангенс с областью значений от -1 до 1 , произведено масштабирование выборок, полученных в результате моделирования объекта.

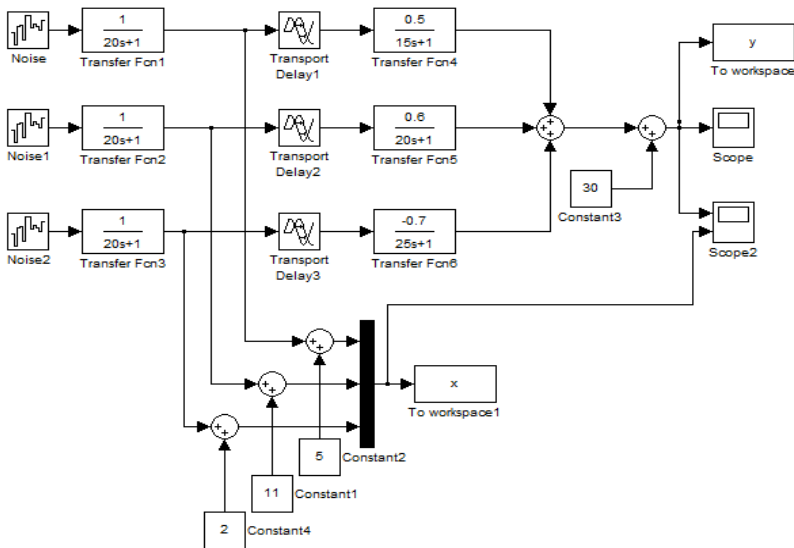


Рис. 1. Исследуемая динамическая система

Для выявления влияния структурных параметров и количества обучающей выборки на результат обучения ИНС выполним следующие действия:

- делим отмасштабированную обучающую выборку на массивы по 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900 и 1000 единиц так, чтобы диапазон изменения значений каждого массива был больше, чем в тестирующей выборке;
- отмасштабированную тестирующую выборку оставляем неизменной в размере 1000 единиц;
- обучаем и тестируем нейронную сеть несколько раз, меняя после каждой группы экспериментов количество нейронов в скрытом слое ИНС от 2 до 10, величину запаздывания от 4 до 6 и размер обучающей выборки согласно полученным ранее массивам значений;
- по результатам каждого обучения и тестирования ИНС считаем среднеквадратическую ошибку между выходом нейронной сети

и действительным значением, после чего выбираем наименьшую и заносим в таблицу результатов.

При оценивании результатов эксперимента можно заметить, что существует зависимость между параметром ИНС «запаздывание» и транспортным запаздыванием исследуемой системы. На рис. 2 показаны величины среднеквадратических ошибок при изменении запаздывания ИНС, подсчитанных для самых репрезентативных обучающих выборок, а именно для массивов размером 1000, 900, 800, 700 значений.

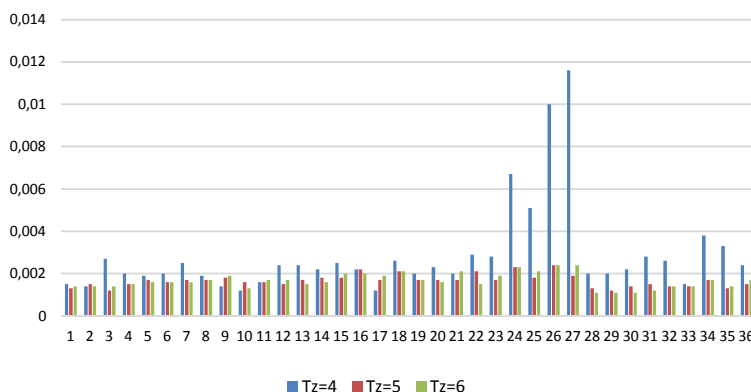


Рис. 2. Влияние запаздывания ИНС на качество обучения

Исходя из рис. 2, видно, что при запаздывании ИНС, меньшем, чем запаздывание самой исследуемой системы, величина ошибка значительно крупнее, нежели при величине запаздывания, равном или большем ИНС.

Также при анализе полученных результатов выяснилось, чем больше размер обучающей выборки, тем меньше ошибка обучения сети. Это связано с тем, что выборка должна быть как можно более репрезентативной, а именно разносторонне и полно описывать исследуемую систему, включать в себя различные возможные состояния.

Нельзя не отметить, что при построении простых систем нецелесообразно увеличивать количество обучаемых нейронов, так как это не приведет к уменьшению ошибки обучения. Для простых систем вполне достаточно 3–4 нейронов. Из этого наблюдения можно сделать вывод, что сложность ИНС должна быть сопоставлена сложности системы.

При создании и обучении ИНС следует:

- сопоставлять количество нейронов и сложность исследуемой системы;
- обучать ИНС только на репрезентативной выборке;
- в зависимости от функции активации нормировать и центрировать обучающую выборку;
- использовать новые алгоритмы обучения: Левенберга–Марквардта, BFGS, Conjugate Gradients;
- обучать нейронные сети при использовании программ, таких как MatLab и дружественные ей.

Библиографический список

1. Круглов В.В., Голунов Р.Ю. Нечеткая логика и искусственные нейронные сети. – М., 2001. – 257 с.
2. Саймон Хайкин. Нейронные сети полный курс. – М., 2016. – 1104 с.

Сведения об авторах

Войтехов Никита Игоревич – магистрант Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. ИСУП-15-1м, e-mail: nikita.voiteh@gmail.com.

Чернышев Денис Александрович – магистрант Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. АТП-15-1м, e-mail: chernyshev.ocher@gmail.com

Баянов Федор Николаевич – магистрант Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. ИСУП-15-1м, г. Пермь.

Погораздов Роман Александрович – магистрант Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. ИСУП-15-1м, г. Пермь.

Суханов Олег Павлович – магистрант Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. ИСУП-15-1м, г. Пермь.

Лыков Анатолий Николаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Микропроцессорные средства автоматизации» Пермского национального исследовательского политехнического университета, e-mail: lykov45@perm.ru.

Ф.Н. Баянов, Д.А. Даденков, О.А. Косолапов

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ НАПОРНЫМ ЯЩИКОМ УЧЕБНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА

В данной работе рассматривается разработка автоматизированной системы управления напорным ящиком на базе учебно-экспериментальной установки целлюлозно-бумажного производства. Ставится задача выбрать контур регулирования, разработать математическую модель напорного ящика, промоделировать полученную модель.

Ключевые слова: автоматизация, контур регулирования, напорный ящик, моделирование, оптимизация, стабилизация, система.

F.N. Bayanov, D.A. Dadenkov, O.A. Kosolapov

AUTOMATED CONTROL SYSTEM FOR PRESSURE BOX OF EDUCATIONAL-EXPERIMENTAL EQUIPMENT OF PULP-AND-PAPER INDUSTRY

In this work development of an automated control system for a pressure head box on the basis of educational and experimental installation of pulp-and-paper production is considered. The task to choose a regulation contour, to develop mathematical model of a pressure head box, to simulate the received model is set.

Keywords: automation, contour loop, pressure head box, modeling, optimization, stabilization, system.

Анализируя реальные технологические процессы производства бумаги, можно прийти к выводу, что на качество бумажного полотна в той или иной степени оказывает влияние большое количество факторов. Однако система напуска массы играет наиболее заметную роль в формировании качественных показателей готовой продукции [1].

Контуры управления напорным ящиком являются составными частями системы управления напорного ящика и позволяют моделировать и настраивать различные режимы работы экспериментальной установки.

Основная задача системы автоматического управления напорного ящика закрытого типа – стабилизация заданного суммарного напора. Для решения этой задачи необходимо стабилизировать уровень массы и давление воздушной подушки. Таким образом, необходима стабилизация уровня массы изменением расхода подводимой массы и стабилизация давления воздушной подушки изменением расхода подводимого воздуха.

Функциональная схема локальных контуров регулирования представлена на рис. 1.

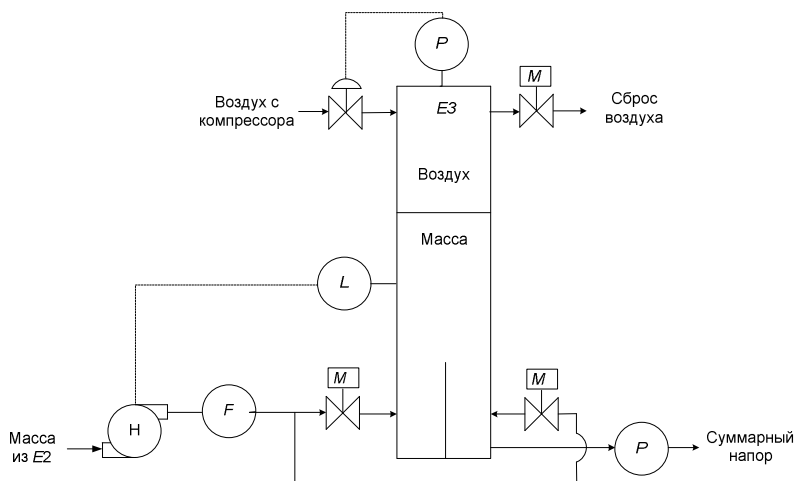


Рис. 1. Функциональная схема локальных контуров регулирования

Математическая модель объекта может быть построена путем составления математических уравнений, описывающих физику процесса, или эмпирическим путем с помощью экспериментальных исследований. В данной работе предлагается выполнить построение математической модели с помощью описания физики процесса.

Известно, что математическая модель динамики напорного ящика с воздушной подушкой как объекта управления описывается следующей системой нелинейных дифференциальных и алгебраических уравнений [2]:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dh}{dt} = \frac{1}{F}(Q_{\text{мп}} - Q_{\text{мо}}), \\ H = h + 10P, \\ Q_{\text{мо}} = \varepsilon \cdot S \cdot \sqrt{2gH}, \\ \frac{dg^*}{dt} = g_{\text{п}} - g_{\text{в}}, \\ PV_{\text{в}} = g^* \cdot R \cdot \theta, \\ V_{\text{в}} = V_{\text{я}} - F \cdot h, \\ g_{\text{в}} = \frac{f_{\text{в}} \cdot P \cdot \sqrt{\left(\frac{k \cdot M}{R \cdot T}\right) \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k+1}{k-1}}}}{\rho_{\text{в}}}, \end{array} \right.$$

где h – уровень массы в напускной камере, F – площадь поперечного сечения напускной камеры, $Q_{\text{мп}}$ и $Q_{\text{мо}}$ – расход поступающей и вытекающей массы из напускной камеры, H – суммарный напор, P – давление воздуха в воздушной подушке, ε – коэффициент истечения, S – площадь напускной щели, g – ускорение свободного падения, g^* – количество воздуха в воздушной подушке, R – газовая постоянная, T – температура воздуха, $V_{\text{в}}$ – объем воздушной подушки, $V_{\text{я}}$ – объем напорного ящика, $g_{\text{п}}$ и $g_{\text{в}}$ – расход поступающего и вытекающего воздуха из воздушной подушки, $f_{\text{в}}$ – площадь сечения выпускного трубопровода для воздуха, $\rho_{\text{в}}$ – плотность воздуха, k – коэффициент политропы ($k = 1,41$), M – молекулярная масса воздуха.

После дифференцирования и преобразований Лапласа были построены и промоделированы контуры поддержания уровня (рис. 2) и давления воздушной подушки (рис. 3) в напорном ящике в среде MatLab.

Из графиков переходного процесса видно, что контуры регулирования при работе независимо друг от друга получились устойчивы, быстро-действенны и не имеют перерегулирования.

Следующий шаг необходимо объединить контуры регулирования в единую систему для поддержания суммарного напора бу-
мажной массы на выходе из напорного ящика (рис. 4).

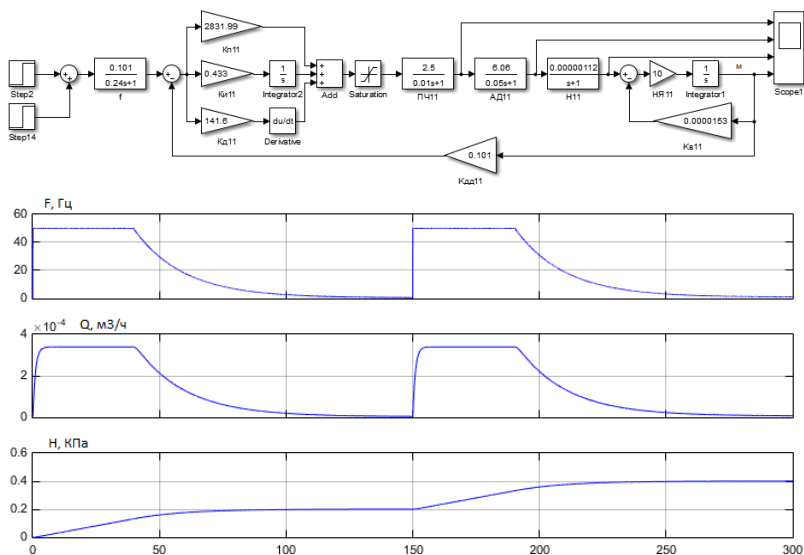


Рис. 2. Модель и переходная характеристика контура регулирования уровня

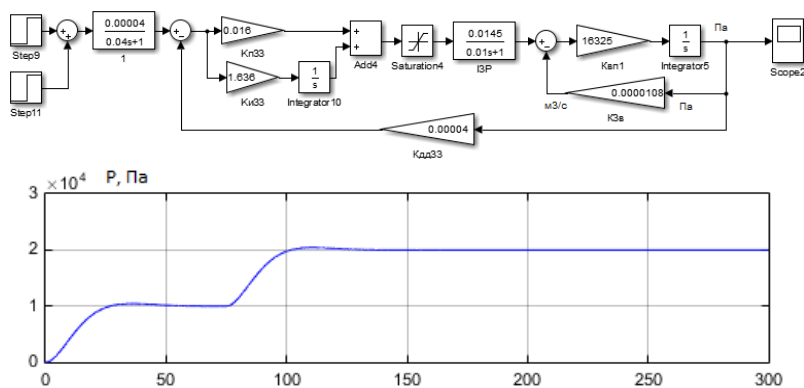


Рис. 3. Модель и переходная характеристика контура регулирования давления воздушной подушки

Представленные на рис. 4 графики переходных процессов отражают работу системы автоматического управления напорным ящиком при изменении задания уровня массы и суммарного напора в напорном ящике. Так, в данном примере задание уровня составляет 1 м, а задание давления воздушной подушки – 40 кПа. В момент

времени $t = 0$ с в емкость набирается бумажная масса, в момент времени $t = 300$ с достигается заданный уровень, что ведет к снижению частоты вращения насоса, уровень стабилизируется. Далее в момент времени $t = 400$ с подается задание на давление воздушной подушки 40 кПа, что ведет к увеличению суммарного напора, который складывается из суммы гидростатического давления и давления воздушной подушки, так же увеличивается частота вращения насоса, так как увеличивается скорость истечения бумажной массы, система стабилизируется.

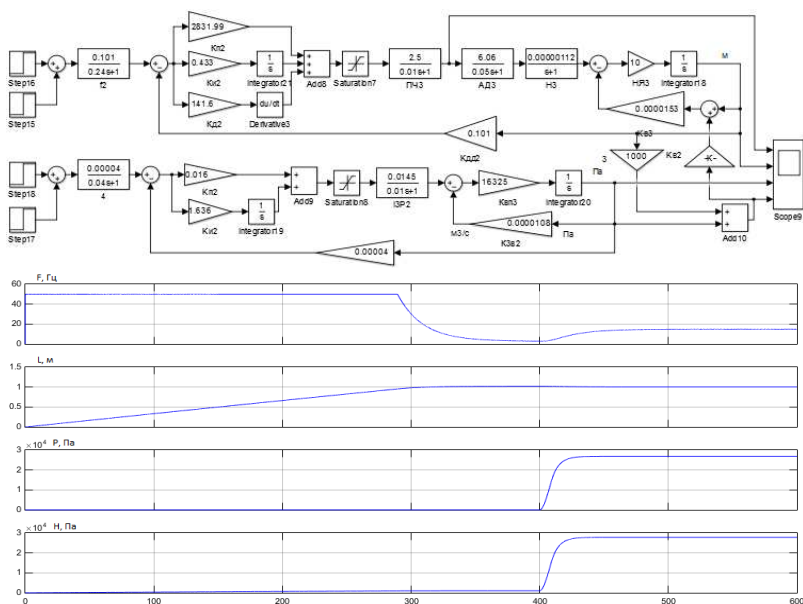


Рис. 4. Модель и переходная характеристика контура регулирования суммарного напора

На основе полученных во время синтеза регуляторов можно реализовывать системы управления на микропроцессорных средствах, однако следует помнить, что аналитически полученные коэффициенты основываются на упрощенных моделях реального объекта, поэтому перед внедрением систем управления в общий технологический процесс необходимо проводить экспериментальные исследования с целью ручной подстройки систем автоматического регулирования.

Библиографический список

1. Даденков Д.А., Петроченков А.Б. Опыт создания лабораторно-тренажерного комплекса для подготовки специалистов в области автоматизированных систем управления технологическими процессами // Научно-технические ведомости СПбГПУ. – 2009. – № 5(87). – С. 251–255.
2. Бесекерский В.А. Теория систем автоматического управления. – СПб.: Профессия, 2003. – 752 с.

Сведения об авторах

Баянов Федор Николаевич – магистрант Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. ИСУП-15-1м, г. Пермь, e-mail: bayanoffedia@gmail.com.

Даденков Дмитрий Александрович – старший преподаватель кафедры «Микропроцессорные средства автоматизации» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: dadenkov@mail.ru.

Косолапов Олег Александрович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Микропроцессорные средства автоматизации» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь.

А.И. Горошков, М.С. Орехов

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ОХЛАЖДЕНИЯ ТОСОЛА УСТАНОВКИ ГАЗОТУРБИННОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

В данной статье приведена разработка переключения режимов охлаждения тосола с зимнего на летний период. Параметры технологического процесса охлаждения тосола зависят от температуры окружающей среды, и уровень этих параметров должен быть различным для зимнего и летнего периодов. Следовательно, время переключения режимов должно быть минимальным, в идеале – равным нулю, но в пределах необходимых ограничений. В результате работы планируется произвести разработку алгоритма программно логического управления автоматическим переключением режимов работы охлаждения тосола А65 с зимнего на летний период.

Ключевые слова: процесс охлаждения, ПЛУ, тосол, переключение режимов.

A.I. Goroshkov, M.S. Orekhov

THE DEVELOPMENT OF A PROCESS AUTOMATION SYSTEM COOLING UNIT ANTIFREEZE INSTALLATION OF A GAS TURBINE POWER PLANT

This article describes the development of mode switching cooling antifreeze from winter mode to summer mode. The parameters of the technological process of cooling antifreeze depend on the ambient temperature, the level of these parameters should be different for winter and summer periods. Therefore, time the switch should be minimal, ideally zero, but within the required constraints. In the end, it is planned to develop the algorithm and software control logic for automatic switching of operation modes of cooling, antifreeze A65 from winter to summer periods.

Keywords: the cooling process, PLC, antifreeze, switch modes.

На газотурбинной электростанции ГТЭС–28 Восточно-Переволяного месторождения осуществляется подготовка попутного нефтяного газа. За объект автоматизации принят блок охлаждения тосола, который входит в состав дожимной контейнерной компрессионной станции (ДККС). В состав ДККС входят:

- теплообменно-сепарационный блок высокого давления (ТСБвд);
- теплообменно-сепарационный блок низкого давления (ТСБнд);
- блок охлаждения тосола (БОТ).

Так как тосол используется в качестве охлаждающего агента, а параметры технологического процесса охлаждения тосола зависят от температуры окружающей среды, то уровень этих параметров должен быть различным для зимнего и летнего периодов. Структурная схема блока охлаждения тосола представлена на рис. 1.

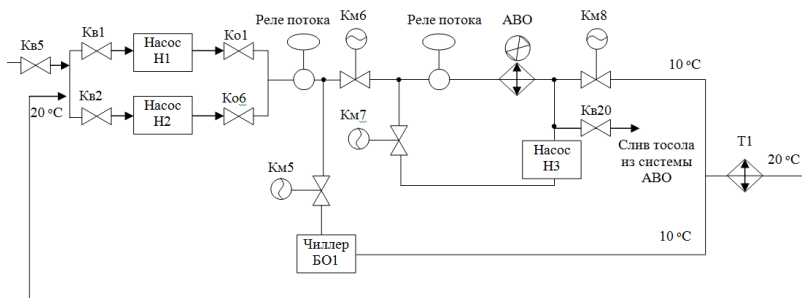


Рис. 1. Структурная схема БОТ

Процесс подготовки охлажденного тосола осуществляется в двух режимах, аппаратное оформление которых различно:

1. Летний режим охлаждения (нормальный режим) происходит в двух чиллерах БО1 (основной) и БО2 (резервный).

Чиллер – это холодильная система, предусматривающая режим естественного охлаждения. В состав чиллера входят:

- теплообменник, изготовленный из медных труб;
- драйкуллер, имеющий 18 вентиляторов и оснащенный частотным преобразователем.

2. Зимний режим охлаждения (режим АВО) происходит в аппарате воздушного охлаждения тосола. Всего аппаратов АВО установлено два – основной и резервный.

В состав АВО входят:

- биметаллические трубы;
- один вентилятор.

Процесс перехода режимов охлаждения тосола заключается в следующем:

Нормальный режим: горячий тосол с помощью насоса Н1 (основной) проходит по трубопроводу и отводит тепло за счет системы охлаждения жидкости (чиллер БО1 – основной). Чиллер работает в летний период до температуры окружающего воздуха не ниже

минус 10 °С. Далее тосол поступает на теплообменник Т1 для охлаждения попутного нефтяного газа.

Режим с АВО: горячий тосол с помощью компрессора Н1 (основной) проходит по трубопроводу и отводит тепло за счет аппарата воздушного охлаждения. АВО запускается при температуре ниже минус 10 °С, чиллер в данный момент останавливается. Далее тосол поступает на теплообменник Т1 для охлаждения ПНГ.

Практически процесс переключения режимов осуществляется следующим образом: информация с датчика температуры воздуха поступает на панель оператору. Оператор включает необходимую, по его мнению, систему управления охлаждением тосола, т.е. время переключения зависит от реакции оператора. Продолжительность его реакции определяется *n*-м количеством факторов, что увеличивает вероятность продолжительности функционирования системы в неоптимальном режиме. В свою очередь, неоптимальный режим приводит к дополнительным затратам энергии и материальных ресурсов (расход тосола, ПНГ или азота).

Для решения данной цели задействована система управления непрерывными процессами SIMATIC PCS7 (Siemens) на программно-логическом управлении. Для программирования системы охлаждения были использованы следующие блоки: FC, OB, SFC.

Блок OB используются для исполнения определенных разделов программы при циклическом или зависящем от времени исполнении программы.

Блок SFC служит для установки прерываний по времени. Чтобы запустить прерывание по времени, его необходимо вначале установить, а потом активировать.

Для реализации управления системой предварительно было осуществлено лингвистическое описание и блок-схемы работы системы. На рис. 2 представлена блок-схема главной программы ПЛУ.

Каждый блок подпрограмм, которые реализованы в SIMATIC STEP 7, были смоделированы в программе Simulink. По каждой подпрограмме так же были получены графические результаты по пуску/останову насосов, систем охлаждения, а также по закрытию/открытию клапанов и задвижек.

В результате работы были достигнуты следующие результаты:

1. Разработан алгоритм переключения режимов охлаждения;
2. Система была апробирована;

Главная программа ПЛУ

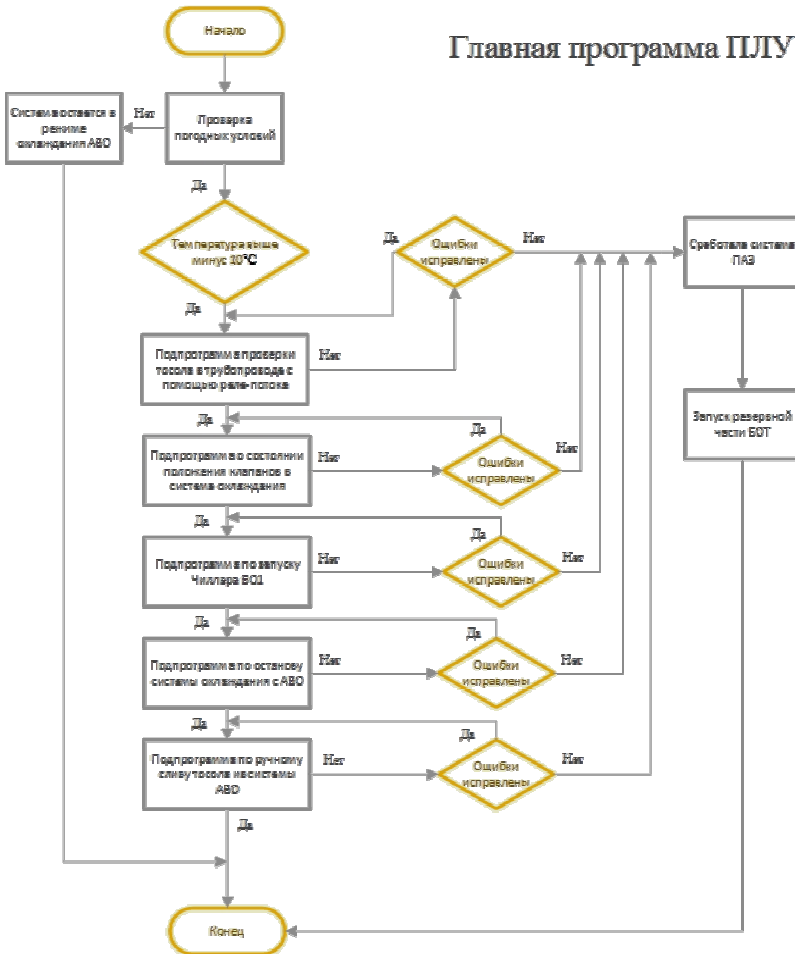


Рис. 2. Главная подпрограмма ПЛУ

3. Были устранены и минимизированы факторы, влияющие на качество управления процессом (время переключения режимов охлаждения):

- человеческий фактор – в системе происходит режим запаздывания, т.е. при переходе с летнего режима на зимний режим, или наоборот, система находится в неоптимальном состоянии в течение времени реакции оператора (оператор даст разрешение на переключение режима).

– погодные условия – вследствие непостоянства погодных условий в системе создаются внешние возмущения, которые влияют на процесс охлаждения тосола.

Исходя из проведенной работы, предприятие заинтересовано во внедрении данной разработки.

Библиографический список

1. STEP 7 – языки программирования промышленных контроллеров SIMATIC S7: учеб. пособие. – М.: Синетик, 1998.
2. Бергер Г. Автоматизация с помощью программ STEP7 LAD и FBD [Электронный ресурс]. – 2-е изд. перераб. – 2001. – URL: <http://kipiasoft.su/index.php?name=files&op=view&id=335> (дата обращения: 09.04.2017).
3. Системные и стандартные функции для S7 – 300 и S7 – 400 // Справ. руководство. – 2006. – Вып. 03.
4. Контактный план (КОР) для S7 – 300 и S7 – 400 программирование // Справ. руководство. – 2004. – Вып. 01.
5. Системные и стандартные функции для S7 – 300 и S7 – 400 // Справ. руководство. – 2004. – Вып. 01.

Сведения об авторах

Горошков Антон Игоревич – студент Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. АТП-13-16, г. Пермь, e-mail: toshgorosh@mail.ru.

Орехов Михаил Сергеевич – старший преподаватель кафедры «Автоматизация технологических процессов» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: atp@pstu.ru.

Т.В. Шерстобитова, А.С. Бояршинова

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОДОГРЕВОМ МАГИСТРАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА НА ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СТАНЦИИ

Рассмотрены результаты разработки алгоритма программно-логического управления узлом подогрева магистрального природного газа путем включения/отключения дополнительного подогревателя. Поддержание температуры природного газа после узла подогрева в узком диапазоне позволяет сократить затраты природного газа на собственные нужды и снижает вероятность возникновения аварийной ситуации от обледенения подогревателя в зимнее время.

Ключевые слова: природный газ, узел подогрева, подогреватель, температура, программно-логическое управление.

T.V. Sherstobitova, A.S. Boyarshinova

DEVELOPMENT OF A CONTROL SYSTEM OF HEATING PIPELINE NATURAL GAS ON THE GAS STATION

The results of the development of the algorithm and software control logic of the heating unit to the main pipeline natural gas by on/off of the additional heater. The temperature of natural gas after the heating unit should be maintained in a minimum range, because it reduces the cost of natural gas for its own needs and reduces the likelihood of an emergency situation. Consequently, the enable/disable auxiliary heater should be made in a short time.

Keywords: heater, to apply a bypass valve, program logical control, natural gas, heating unit, temperature.

Перед отправкой потребителям природный газ проходит стадии очистки, подогрева, редуцирования, одоризации.

Узел подогрева газа состоит из пяти параллельно соединенных подогревателей (основной подогреватель, находящийся в режиме постоянного функционирования, дополнительный подогреватель, который включается в эксплуатацию, если на выходе из узла подогрева заданная температура не достигнута, и три резервных подогревателя).

В состав подогревателя входит горелочное устройство, которое предназначено для сжигания природного газа и состоит из многосопловой инжекционной горелки, запальной горелки и датчика пламени. Продукты сгорания поступают в теплообменник, где

С целью повышения точности поддержания температуры разработана система управления подогревом магистрального природного газа. Разработанная система предполагает установку байпасной задвижки с электроприводом, конфигурацию алгоритмов управления, в том числе алгоритма программно-логического управления дополнительным подогревателем. Схема алгоритма представлена на рисунке.

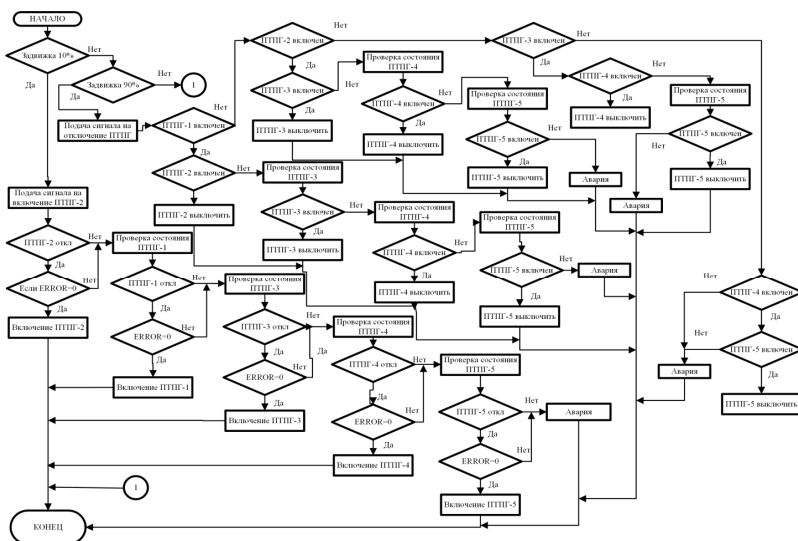


Рис. Схема алгоритма программно-логического управления включения/выключения дополнительного подогревателя

* Голубятников В.А., Шувалов В.В. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности. – М., 1985. – 349 с.

В результате применения разработки достигается стабилизация температуры природного газа в диапазоне 12...16 °С, что приведет к снижению материальных затрат.

Сведения об авторах

Шерстобитова Татьяна Вячеславовна – студентка Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. АТП-13-1б, г. Пермь, e-mail: tanyusha0795@mail.ru.

Бояршинова Анна Сергеевна – ассистентка кафедры «Автоматизация технологических процессов» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: boyarshinovaann@gmail.com.

О.П. Суханов, Д.К. Елтышев

**РЕГУЛЯТОР ТЕМПЕРАТУРЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПЕЧИ
ПОРОШКООБРАЗНЫХ ФЛОКУЛЯНТОВ
НА БАЗЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ**

В данной статье рассматривается применение нечеткого регулятора для поддержания температуры в электрической печи порошкообразных флокулянтов на базе нечеткой логики.

Ключевые слова: автоматизация, система, контур регулирования температуры, моделирование, оптимизация, схема, настройка, электрическая печь.

O.P. Sukhanov, D.K. Eltyshv

**TEMPERATURE CONTROL OF ELECTRIC
FURNACE OF POWDER-FILM FLOCULATORS
ON THE BASIS OF FUZZY LOGIC**

In this article examined, the use temperature control of electric furnace of powder-film floculators on the basis of fuzzy logic.

Keywords: automation, system, surge, contour loop, temperature control, modelling, optimization, scheme, setting, electrical furnace.

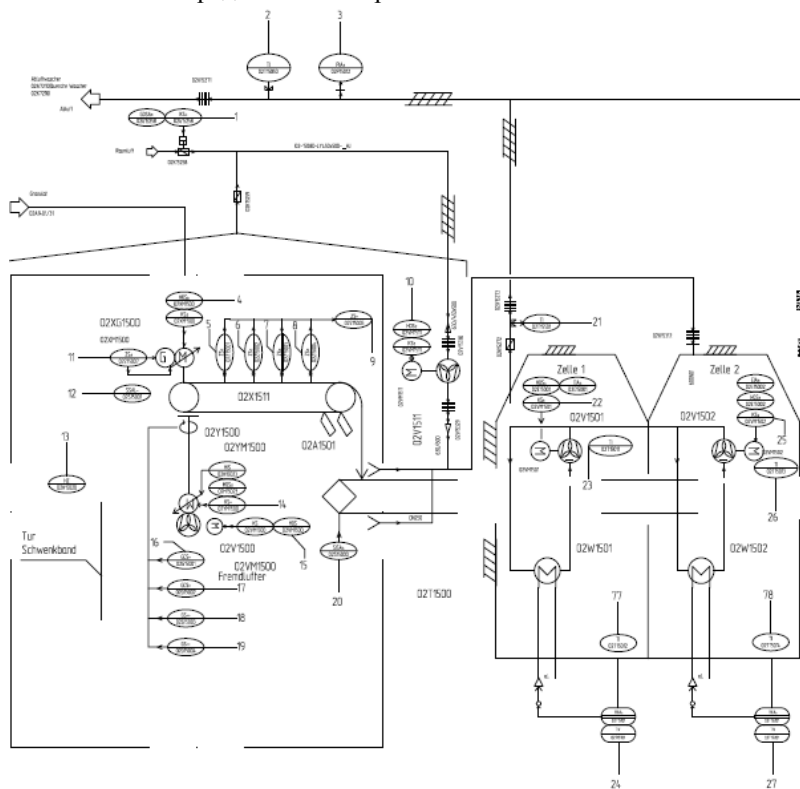
На сегодняшний день большое количество производственных объектов управления функционируют в условиях неопределенности как самой установки (объекта), так и воздействующих возмущающих факторов. Порой синтез сложных математических моделей бывает очень трудоемок, и иногда неэффективен ввиду нестационарности процесса. Присутствие опытного эксперта (оператора) установки является важным условием стабильной работы. Приобретаемые знания экспертом во время работы, его опыт по настройке оборудования могут служить основой для построения систем на основе нечеткой логики.

В данной работе рассмотрена задача регулирования и поддержания температуры печи сушки порошкообразных флокулянтов на основе экспертной информации. Для повышения эффективности процесса регулирования и поддержания технологического процесса разработана система на базе нечеткой логики. Выполнен расчет регулятора системы управления, произведена фаззификация значений

лингвистических переменных, сформированы две системы управления регулирования температурой в сушилке. Цель работы – повышение эффективности работы печи.

Печь предназначена для высушивания полимеризационного гранулированного геля, который в дальнейшем попадает в мельницу, где образуется порошкообразная масса.

Печь состоит из 9 однотипных сушильных зон, в каждой из которой необходимо поддерживать заданную температуру (в дальнейшем будем рассматривать одну зону). В состав зоны входят нагревательные элементы, вентиляторы, обеспечивающие теплосъём с нагревателей и обдув нагретым воздухом продукта, и датчик температуры. Перемещение продукта осуществляется при помощи транспортерной ленты, на которой он равномерно распределен. Технологическая схема представлена на рис. 1.



Элементы печи: 22, 25 – вентилятор; 02W1501, 02W1502 – нагревательный элемент; 24, 27 – датчик температуры. Температура 24 (27) является задающей для соответствующей зоны. Представим структуру системы управления с нечетким регулятором на рис. 2.

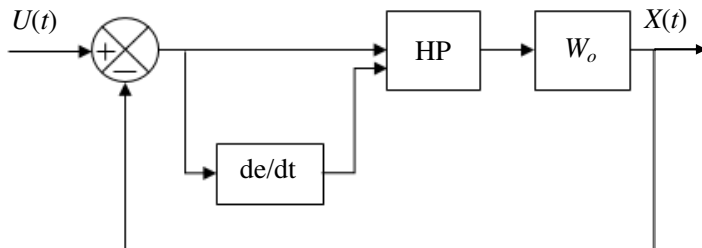


Рис. 2. Структура системы управления с нечетким регулятором

В качестве управляющего воздействия будут выступать ошибка температуры в камере и скорость изменения ошибки. Температура в зоне должна поддерживаться 100 °С. После выработки управляющих воздействий нечеткий регулятор формирует задание объекту управления, представленное в виде передаточной функции W_0 .

Для регулятора была выбрана система нечеткого вывода «Мамадин» и сформирована база правил. Передаточная функция объекта представлена передаточной функцией со звеном запаздывания:

$$W_o(s) = \frac{1.8 \cdot e^{-35s}}{524326.6345 \cdot s^3 + 12543.245615 \cdot s^2 + 201.5245 \cdot s + 1}.$$

Структурная схема моделирования процесса в системе MatLab представлена на рис. 3.

Передаточная функция ПИД-регулятора:

$$W_p(s) = K_p + \frac{K_i}{s} + K_d s.$$

Регуляторы настроены на минимальную динамическую ошибку рассогласования. Коэффициенты, полученные для ПИД-регулятора следующие:

$$K_p = 0,58, K_i = 0,021, K_d = 0,005.$$

Полученные переходные процессы представлены на рис. 4.

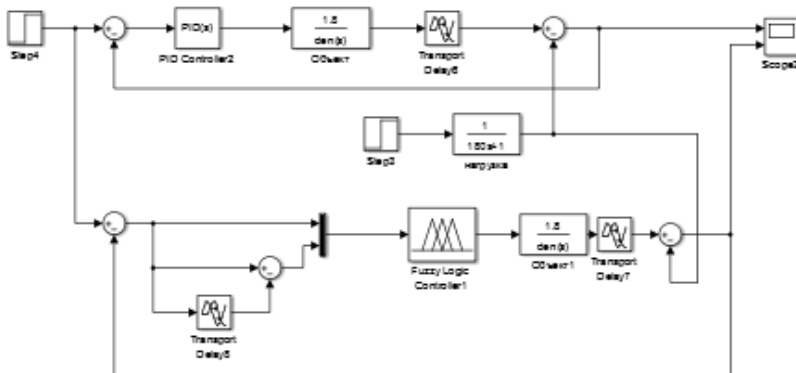


Рис. 3. Структурная схема регулирования с нечетким регулятором и ПИД

Верхний рисунок характеризует переходный процесс при использовании ПИД-регулятора, нижний – нечеткий регулятор. В момент времени 1300 с имитируется ввод продукта в печь.

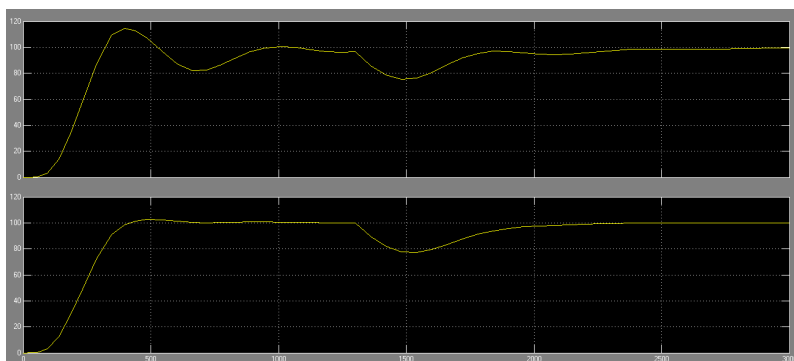


Рис. 4. Переходные процессы

Анализируя графики переходных процессов, можно сделать вывод, что оба регулятора обеспечивают стабильную работу по поддержанию температуры в печи. Но в системе с применением нечеткого регулятора время переходного процесса заметно меньше с меньшим перерегулированием.

Библиографический список

1. Бесекерский В.А. Теория систем автоматического управления. – СПб.: Профессия, 2003. – 752 с.
2. Технологический регламент по эксплуатации линии по производству порошкообразных флокулянтов / ЗАО «Соленис Технологис МСП». – Пермь, 2013.

Сведения об авторах

Суханов Олег Павлович – магистрант Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. ИСУП-15-1м, г. Пермь, e-mail: Ollega94x@gmail.com.

Елтышев Денис Константинович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Микропроцессорные средства автоматизации» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: zerothree@mail.ru.

Р.А. Погораздов, Н.И. Хорошев

МОДЕЛИРОВАНИЕ СТАТИЧЕСКИХ И ДИНАМИЧЕСКИХ МОМЕНТОВ НАГРУЗКИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО СТЕНДА

В данной работе рассматриваются вопросы реализации моделирования статической и динамической нагрузки на вал асинхронного двигателя на базе учебной установки.

Ключевые слова: асинхронный двигатель, двигатель постоянного тока, динамическое торможение, статическое сопротивление, динамическое сопротивление, SIEMENS, Simatic Step7, WINCC.

R.A. Pogorazdov, N.I. Horoshev

MODELING STATIC AND DYNAMIC MOMENTS OF LOADING ELECTRIC MOTORS BASED ON THE TEST STAND

In this work, considered the implementation of simulation of static and dynamic loads on the shaft of the induction motor based on the test stand.

Keywords: Asynchronous motor, DC motor, SIEMENS, Simatic Step7, WINCC, dynamic braking, static resistance, dynamic resistance.

Введение. В современном мире множество инженерных задач решается с помощью промышленной электроники и промышленного оборудования. Процесс разработки управляющих систем представляет собой сложную задачу. Необходимо правильно настроить систему под объект управления, и зачастую проверка алгоритмов производится на непосредственном объекте. Следовательно, появляется необходимость в инструменте моделирования и тестирования алгоритмов системы управления. Помочь в этом может использование процессов моделирования объектов управления как программно, так и реально. Как раз для таких задач был спроектирован испытательный стенд на базе оборудования SIEMENS на кафедре МСА электротехнического факультета ПНИПУ.

В рамках данной работы рассматриваются следующие задачи:

– общее описание комплекса программно-технических средств испытательного стенда;

– формализация и описание методов реализации статического и динамического моделирования нагрузки на вал двигателя.

1. Описание комплекса программно-технических средств испытательного стенда. Комплекс технических средств испытательного стенда представлен шкафом управления, стойкой с электродвигателями и автоматизированным рабочим местом оператора.

В шкафу управления располагаются программируемый логический контроллер SIEMENS S7-300, частотный преобразователь Sinamics S110 для управления асинхронным двигателем и тиристорный преобразователь SIMOREG DC Master для регулирования двигателя постоянного тока, а также вспомогательное оборудование (источники питания, контакторы, дроссели, реле, автоматические выключатели). Коммуникация контроллера с преобразователями выполняется промышленной шиной PROFIBUS. Общая структурная схема испытательного стенда представлена на рис. 1.

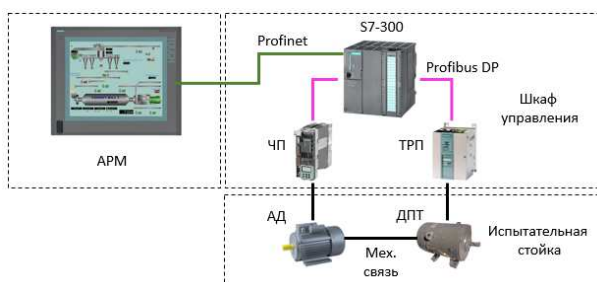


Рис. 1. Структурная схема испытательного стенда

Конфигурация контроллера SIEMENS S7-300 представлена следующими элементами:

– модуль ввода/вывода дискретных сигналов SIPLUS SM 323, использующийся для преобразования входных дискретных сигналов контроллера в его внутренние логические сигналы, а также для преобразования внутренних логических сигналов контроллера в его выходные дискретные сигналы;

– центральный процессор CPU 315-2PN/DP с встроенным интерфейсом ведущего DP-устройства, используемый для размещения и обработки программы пользователя. Процессор является активным узлом сети PROFIBUS, который циклически обменивается данными со «своими» ведомыми DP-устройствами.

Испытуемый и нагрузочный двигатели представлены двумя моделями:

- машина постоянного тока с независимым возбуждением (220 В, 1,0 кВт) (нагрузочный двигатель);
- трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором (380 В, 1,5 кВт) (испытуемый).

Автоматизированное рабочее место оператора представлено моделью SIEMENS SIMATIC HMI с установленной операционной системой Windows 7 Professional, а также специализированным инженерным программным обеспечением Simatic Step 7 и WINCC v6.2.

2. Описание возможностей задания динамической и статической нагрузки. При исследовании электропривода наибольший интерес представляет реакция электродвигателя электромашинного агрегата на типовые статические нагрузки и различные динамические нагрузки, создаваемые производственными механизмами. Механической характеристикой производственного механизма называют зависимость между угловой скоростью и моментом сопротивления, приведенными к валу двигателя: $\omega = f(M_c)$. Задание таких нагрузок возможно переключением двигателя постоянного тока в режим динамического торможения (или противовключения), тем самым задавая необходимую нагрузку на общий вал двигателей.

Управление двигателем постоянного тока осуществляется посредством тиристорного преобразователя SIMOREG DC MASTER, который, в свою очередь, управляется по промышленной шине Profibus. Обмен данными осуществляется циклически в формате телеграмм.

Статическая нагрузка:

- с моментом сопротивления M_c , не зависящим от скорости ω . Такой характеристикой обладают подъемные краны, лебедки, поршневые насосы при неизменной высоте подачи;

- с моментом сопротивления M_c , линейно зависящим от скорости ω . Зависимость присуща приводу генератора постоянного тока с независимым возбуждением, работающему на постоянную нагрузку. Пример реализации блока линейной зависимости в программном пакете Simatic Step 7 представлен на рис. 2;

- с моментом сопротивления M_c , зависящим от квадрата угловой скорости ω . Примерами служат характеристики вентиляторов, центробежных насосов, гребных винтов.

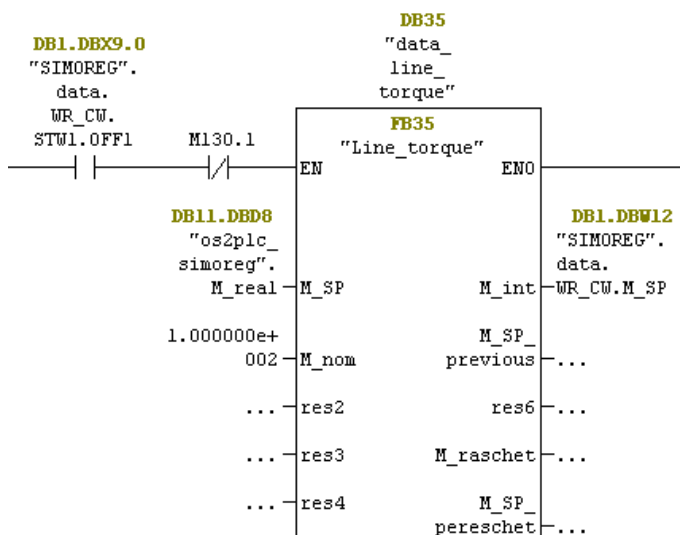


Рис. 2. Блок линейного преобразования скорости в момент сопротивления

Любой технологический процесс, характеризующийся нагрузкой на вал двигателя, представляет собой серию изменяющихся во времени величин момента сопротивления. Изменения могут быть как линейными, так и случайными или изменяющимися по определенной математической функции.

Программное обеспечение Simatic Step 7 позволяет создать алгоритм, который может задавать на двигатель постоянного тока момент сопротивления в соответствии с заранее составленной нагрузочной диаграммой. Графическая визуализация нагрузочной диаграммы представлена на рис. 3.



Рис. 3. Пример нагрузочной диаграммы

Описание интервалов нагрузочной диаграммы представлено в таблице.

Описание интервалов нагрузочной диаграммы

Название этапа	Интервал	Момент сопротивления
Этап1	T1-T0	Mc0
Этап2	T2-T1	Mc5
Этап3	T3-T2	Mc4
Этап4	T4-T3	Mc2
Этап5	T5-T4	Mc5

Для универсальности процессов моделирования нагрузочная диаграмма составляется из отдельных этапов, из которых можно сформировать необходимую модель нагрузки. Для этого процесс моделирования условно разделяется на 5 условных временных этапов. На каждом из этапов оператор вправе выбрать значение момента сопротивления (M_c) и время длительности (T), которые будут задаваться на данном отрезке времени. Также предусмотрена разовая или циклическая обработка нагрузочной диаграммы.

Стоит отметить, что количество этапов возможно уменьшить или увеличить в зависимости от требуемого характера моделируемого процесса. Вид экрана оператора моделирования динамической нагрузки представлен на рис. 4.

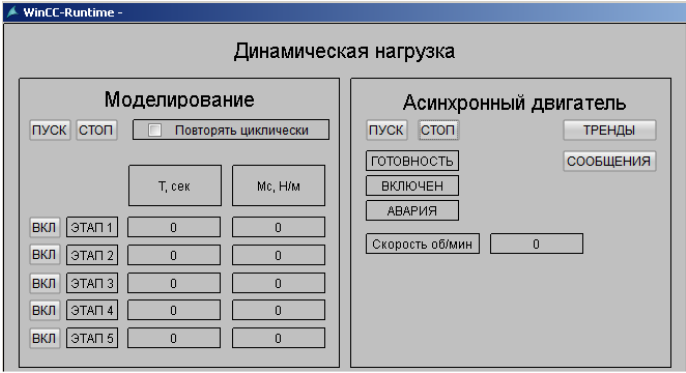


Рис. 4. Вид экрана оператора управления заданием динамической нагрузки на вал

Выводы. Реализация методов моделирования статической и динамической нагрузки позволит симитировать простейшие технологические процессы, выраженные в виде нагрузки на вал асинхронно-

го двигателя, что позволит оценить механические характеристики испытуемого двигателя и адекватно настроить систему управления им. Дальнейшее развитие процессов моделирования испытательного стенда представляется в расширении вариантов поведения нагрузочной диаграммы, например, плавный переход момента сопротивления между этапами, возможность задания циклически изменяющегося момента сопротивления по определенной функции (синусоидальной, пилообразной).

Библиографический список

1. Герман-Галкин С.Г., Кардонов Г.А. Электрические машины: Лабораторные работы на ПК. – СПб.: КОРОНАпринт, 2003. – 256 с.
2. Друзякин И.Г. Технические средства автоматизации. Конспект лекций: учеб. пособие. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2011. – 251 с.
3. Ключев В.И., Терехов В.М. Электропривод и автоматизация общепромышленных механизмов. – М.: Энергия, 1980. – 360 с.
- 4 Siemens Industry Online Support [Электронный ресурс]. – URL: <http://support.automation.siemens.com/> (дата обращения: 15.04.2013).

Сведения об авторах

Погораздов Роман Александрович – магистрант Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. ИСУП-15-1м, г. Пермь, e-mail: rom_pog@mail.ru.

Хорошев Николай Иванович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Микропроцессорные средства автоматизации» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: horoshevni@mail.ru.

В.В. Носков, А.В. Кычкин

ЭНЕРГОМОНИТОРИНГ ТЕПЛОВОГО НАСОСА «iHouse» ПНИПУ

В данной статье представлен принцип действия теплового насоса. Предложена техническая реализация энергомониторинга на базе устройства удаленной телеметрии VIDA44M. Представлен график зависимости перепада температур теплового насоса от температуры воздуха окружающей среды с использованием открытого ПО OpenJVis. Сделан вывод о влиянии температуры воздуха окружающей среды на работу теплового насоса. Работа выполнена при поддержке внутривузовского гранта ПНИПУ, соглашение №2016/ПИ-2 «Разработка методологии мониторинга и утилизации тепловых потоков, как низкопотенциального ресурса предприятия».

Ключевые слова: тепловая энергия, энергомониторинг, тепловой насос, геотермальное тепло, OpenJVis, умный дом.

V.V. Noskov, A.V. Kychkin

ENERGY MONITORING OF THE THERMAL PUMP ON «iHouse» PNRPU

The principle of operation the thermal pump is presented in this article. Technical realization of an energy monitoring on the basis of the device remote telemetry VIDA44M. The schedule dependence of difference temperatures the thermal pump on environment air temperature with use of the open source software of OpenJVis. The conclusion is drawn on influence of air temperature the environment on operation of the thermal pump. Research has been completed under the PNRPU grant No.2016/PI-2 «Methodology development of monitoring and heat flow utilization as low potential company energy sources».

Keywords: thermal energy, energy monitoring, thermal pump, geothermal heat, OpenJVis, intelligent house.

Введение. На сегодняшний день наблюдается большой объем использования невозобновляемых источников энергии (нефть, газ и др.), вследствие чего уменьшается общий объем мировых запасов, что приводит к ежегодному увеличению их стоимости. В связи с этим становится рациональным применение альтернативных источников энергии (возобновляемых). Энергия солнца, ветра, морских волн и других источников фактически неисчерпаема и является бесплатной, за исключением стоимости оборудования и его установки [1].

Особое внимание стоит уделить использованию тепловой энергии Земли. Такая энергия практически неисчерпаема, что дает возможность получать тепло круглый год с минимальными затратами. Для получения и использования такого вида энергии необходимо внедрение теплового насоса (ТН) в систему теплоснабжения. ТН представляет собой установку, которая предназначена для переноса тепловой энергии от источника низкопотенциальной тепловой энергии (с низкой температурой) к потребителю (теплоносителю) с более высокой температурой. Тепловая энергия, получаемая от ТН, может быть использована в системах отопления, горячего водоснабжения (ГВС) и др. [2].

Принцип действия теплового насоса. Схематически принцип действия теплового насоса показан на рис. 1.

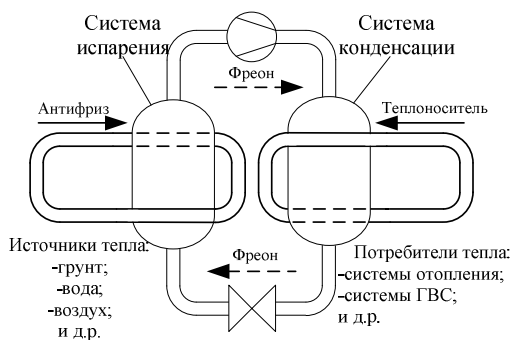


Рис. 1. Схема работы теплового насоса

Основными составляющими ТН являются компрессор, испаритель, конденсатор и дроссельный клапан. Тепло, полученное от источника низкопотенциальной энергии, поступает в систему испарителя. Передача тепла происходит через теплоноситель. В качестве теплоносителя применяется незамерзающая жидкость (антифриз). Антифриз нагревает хладагент (чаще фреон), который движется по замкнутой системе. При этом наблюдается процесс парообразования, так как фреон достигает кипения при малых температурах. Затем с помощью компрессора повышается давление фреона, а также происходит увеличение его температуры. Хладагент поступает в систему конденсатора, где происходит процесс передачи тепла отопительной системе. При этом фреон остывает и превращается в жидкость, которая проходит через дроссельный клапан с понижением её давления.

и температуры. После чего хладагент попадает в систему испарителя, и цикл работы ТН повторяется [3].

Умный дом ПНИПУ. На территории студгородка ПНИПУ расположен деревянный дом площадью 200 м², который является проектом научно-исследовательского модуля «Умный дом» (или «iHouse»). Данный объект служит для исследований применения «зеленых технологий» в условиях уральского климата.

Для изучения энергосберегающих технологий в системе теплоснабжения здания установлен геотермальный тепловой насос, для работы которого возле дома были пробурены семь скважин глубиной 70 м. По специальным зондам, расположенным в этих скважинах, циркулирует хладагент, который преобразует тепло грунта в тепловую энергию, которая подается в систему «теплый пол». Эта система является самой дорогой и технически сложной во всем «iHouse».

Организация мониторинга тепловой энергии с помощью VIDA44M. Для мониторинга низкопотенциальной тепловой энергии (НПТЭ) на входном и выходном трубопроводах теплового насоса были установлены цифровые датчики температуры, а также установлен цифровой датчик для регистрации температуры окружающей среды, которые подключены к программируемому логическому контроллеру (ПЛК) VIDA44M, который является устройством удаленной телеметрии и управления [4, 5]. На рис. 2 показана схема системы энергомониторинга на базе ПЛК VIDA44M.

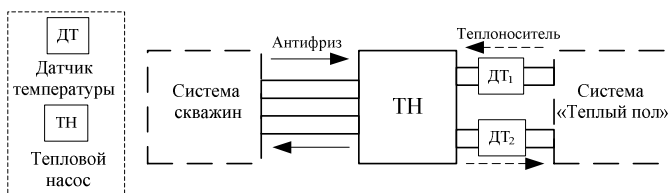


Рис. 2. Система энергомониторинга теплового насоса

Результаты энергомониторинга в системе OpenJervis. По результатам мониторинга были получены данные с установленных датчиков температуры. С помощью открытого программного обеспечения OpenJervis были проведены визуализация и обработка полученных данных. Построен график зависимости перепада температур на входном T_1 и выходном T_2 трубопроводах теплового насоса от температуры воздуха окружающей среды (рис. 3).

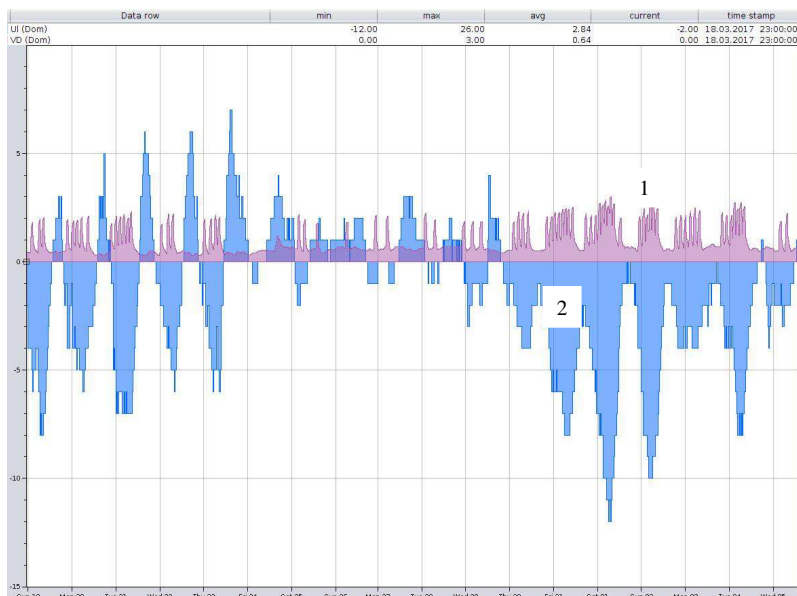


Рис. 3. Перепад температуры теплоносителя 1 и температура воздуха окружающей среды 2

На графике наблюдается визуальная зависимость между перепадом температур и температурой воздуха окружающей среды. Причем такая зависимость наблюдается в период времени, когда температура воздуха окружающей среды была ниже 0°C . При этом перепад температур для данной зависимости практически не изменяется и в среднем составляет $2,2^{\circ}\text{C}$. Подобная зависимость показывает включение теплового насоса при понижении температур внутри здания вследствие низких температур на улице. В остальной период времени тепловой насос практически не работал.

Заключение. Использование тепловых насосов в системе теплоснабжения «Умного дома» можно считать целесообразным и экономически выгодным, так как достигается экономия электроэнергии за счет включения ТН в работу только в те моменты времени, когда это необходимо. При этом применение теплового насоса в связке с главным ПЛК «Умный дом», а также других альтернативных источников энергии позволяет автоматизировать процесс теплоснабжения здания и управления микроклиматом помещений. Исследование проведено

при поддержке внутривузовского гранта ПНИПУ «Разработка методологии мониторинга и утилизации тепловых потоков как низкопотенциального ресурса предприятия» и является этапом разработки информационно-аналитической системы управления энергоресурсами АО «ПЗСП» как элемента системы энергетического менеджмента предприятия.

Библиографический список

1. Закиров Д.Г., Рыбин А.А. Использование низкопотенциальной теплоты: моногр. Кн. I. – М.: РУСАЙНС, 2015. – 9 с.
2. Салихов Т.П., Худаяров М.Б. Энергомониторинг как инструмент повышения энергоэффективности жилых и общественных зданий // Энергосбережение и водоподготовка. – 2015. – № 5(97). – С. 54–60.
3. Колечкина А.Ю., Захаров А.В. Повышение энергоэффективности зданий за счет использования низкопотенциальной энергии // Современные технологии в строительстве. теория и практика: материалы VIII Всерос. молодеж. конф. аспирантов, молодых ученых и студентов. – 2015. – № 6. – С. 190–200.
4. Программно-аппаратный комплекс удаленного мониторинга и анализа энергетических параметров / А.В. Ляхомский, Е.Н. Перфильева, А.В. Кычкин, Н. Генрих // Электротехника. – 2015. – № 6. – С. 13–19.
5. Темичев А.А., Кычкин А.В. Программный симулятор ПЛК VIDA350 системы энергоменеджмента Му-JEVis // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2011. – № 5. – С. 210–220.

Сведения об авторах

Носков Владислав Викторович – студент Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. МСА-13-16, г. Пермь, e-mail: noskov_v_v_@mail.ru.

Кычкин Алексей Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Микропроцессорные средства автоматизации» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: aleksey.kychkin@gmail.com.

И.А. Осипенко

РЕАЛИЗАЦИЯ АВТОМАТА-РАСПОЗНАВАТЕЛЯ НА МИКРОКОНТРОЛЛЕРЕ ATMEGA168

В данной статье представляется реализация синхронного автомата-распознавателя заданной последовательности (0-1-3-2) на микроконтроллере ATMega168. Программа автомата написана на языке программирования C++ в среде разработки Atmel Studio 6.0.

Ключевые слова: автомат-распознаватель, микроконтроллер, ATMega168.

I.A. Osipenko

THE IMPLEMENTATION OF THE MACHINE-RECOGNIZE ON THE MICROCONTROLLER ATMEGA168

In this article discusses the implementation of a synchronous machine-recognizer predetermined sequence (0-1-3-2) on the microcontroller ATMega168. The program of the automaton is written in language programming C++ in Atmel Studio 6.0 development environment.

Keywords: machine-recognize, microcontroller, ATMega168.

Введение. В аппаратуре автоматизации технологических процессов широко используются микроконтроллеры Atmel Corporation, например ATMega168, который является 8-битным КМОП AVR микроконтроллером, содержащим в себе 16 КБ внутрисхемнопрограммируемой Flash-памяти, 512 Байт EEPROM, 1 КБ SRAM памяти, 8-канальный 10-битный АЦП, 5 ШИМ-каналов, программируемый последовательный USART, ведущий/ведомый SPI-интерфейс. Одной из часто встречающихся задач является задача распознавания заданной последовательности (например, ПИН-кода) [3]. Целью работы являются разработка принципиальной электрической схемы микроконтроллера, программная реализация распознавания последовательности, изготовление и отладка печатной платы.

1. Разработка принципиальной электрической схемы автомата-распознавателя на микроконтроллере ATMega168. На рис. 1 представлена разработанная принципиальная электрическая схема автомата-распознавателя на микроконтроллере ATMega168 (U1).

С помощью тактовых кнопок SB0-SB3 осуществляется ввод последовательности (вводимая цифра – это индекс кнопки). Входы микроконтроллера XTAL1 и XTAL2 служат для подключения внешнего кварцевого резонатора X1, к которому подключены обеспечивающие нагрузку колебательного контура конденсаторы C1 и C2. Они обеспечивают устойчивый старт колебаний и генерацию резонатора на первой гармонике. Резистор R2 «подтягивает» напряжение питания на вход RESET микроконтроллера. Порт ввода-вывода PB3 (программно настроен на вывод логической единицы) подключен к токоограничивающему резистору R1, который, в свою очередь, «питает» светодиоды. Порты PB2 и PB4 микроконтроллера осуществляют включение и выключение светодиодов. Порты PD0-PD3 считывают состояние кнопок. Микроконтроллер «питается» от напряжения 5В (например, USB или Power Bank).

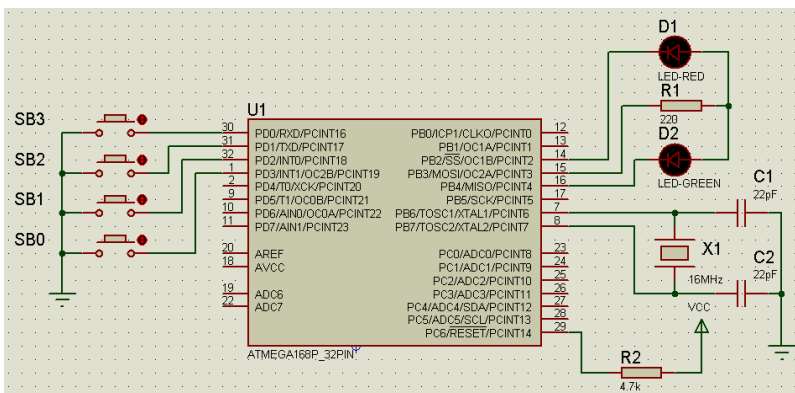


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема автомата-распознавателя на микроконтроллере

Использовалась макетная печатная плата (рис. 2), которая изготовлена при помощи технологии ЛЛТ (лазерно-ламинаторная технология) [5] с травлением в растворе хлорного железа.

Резистор R1 находится под светодиодом. Кнопки реализованы на отдельной печатной плате и подключаются проводами в разъем.

2. Разработка программы распознавания заданного кода. Программа для микроконтроллера написана и скомпилирована в среде разработки компании Atmel Corporation: Atmel Studio 6.0 (выпущена в 2012 г.). Тестирование программы выполнено в системе автоматизированного проектирования электронных схем Proteus 7.7 SP2 [6].

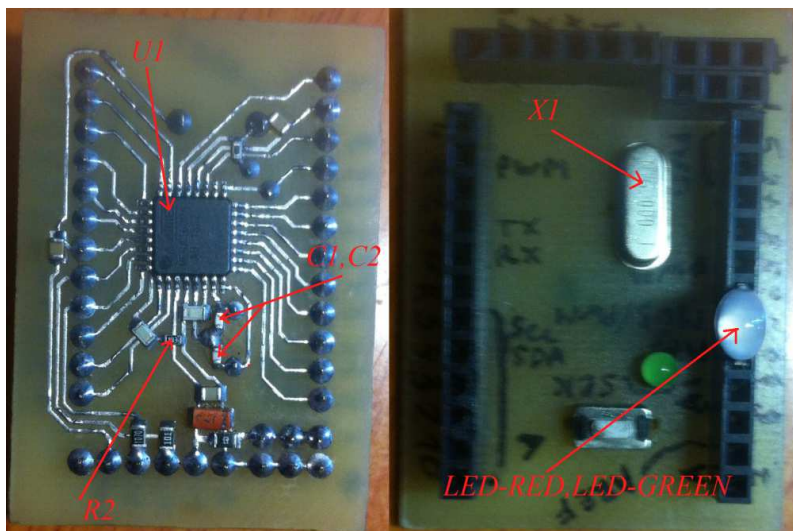


Рис. 2. Печатная плата автомата-распознавателя

При вводе правильной последовательности (0–1–3–2) загорается зеленый светодиод на 2 с. При вводе любой другой (неверной) последовательности загорается красный светодиод на 1 с. Ожидание между интервалами ввода цифр 5 с, если по истечении этого времени не ввели другую цифру, введенные данные сбрасываются.

Код разработанной программы

```
#include <avr/io.h> //подключение библиотеки ввода-
вывода
#define F_CPU 16000000UL //настройка частоты тактирова-
ния
#include <util/delay.h> //подключение библиотеки задер-
жек
#define BUT_0 PIND & (1<<PD3) //переменная кнопки 0 с
опросом состояния входа
#define BUT_1 PIND & (1<<PD2)
#define BUT_2 PIND & (1<<PD1)
#define BUT_3 PIND & (1<<PD0)
#define LED_Greed PORTB^=(1<<4) //переменная зеленого
светодиода с установкой логического нуля или единицы на
выход
#define LED_Red PORTB^=(1<<2)
```

```

int Led(int i) { //функция включения/отключения нужного
светодиода
switch(i) {
case 0:
LED_Greed;    _delay_ms(2000);    LED_Greed;    break;
//включить на 2 секунды и выключить зеленый светодиод
case 1:
LED_Red; _delay_ms(1000); LED_Red; break;}}
int main(void) {
DDRB |= (1<<2)|(1<<3)|(1<<4); //настройка портов PB2-
PB4 на вывод данных
PORTD |= (1<<0)|(1<<1)|(1<<2)|(1<<3); //подтягивание
внутреннего резистора на порты PD0-PD3 для установки
логической 1 для кнопок
PORTB |= (1<<2)|(1<<3)|(1<<4); //подтягивание внутрен-
него резистора на порты PB2-PB4, PB3 питает светодиоды,
а логическая единица в PB2 и PB4 не дает гореть свето-
диодам
while(1) { //тело программы, бесконечный цикл
int time=0; //обнуление таймера
/*****

```

Нижe программа в цикле while проверяет состояние кнопки в течение 5 с, если кнопку нажали, обнуляет таймер и переходит в следующий такой же цикл while, если нажали «не ту» кнопку, вызывается функция Led, зажигая красный светодиод. Если по истечении 5 с ни одна из кнопок не была нажата, while завершается и программа начинается заново

```

*****/
while(time++ < 5000) {if(~BUT_0) {_delay_ms(40);
if(~BUT_0) {time=0; while(time++ < 5000) {if(~BUT_1)
{_delay_ms(40); if(~BUT_1) {time=0; while(time++ <
5000) {if(~BUT_3) {_delay_ms(40); if(~BUT_3) {time=0;
while(time++ < 5000) {if(~BUT_2) {_delay_ms(40);
if(~BUT_2) {time=0; Led(0); break;}}
if(~BUT_0 || ~BUT_1 || ~BUT_3) {Led(1); break;}
_delay_ms(1);}}}
if(~BUT_0 || ~BUT_1 || ~BUT_2) {Led(1); break;}
_delay_ms(1);}}}
if(~BUT_0 || ~BUT_2 || ~BUT_3) {Led(1); break;}
_delay_ms(1);}}}
if(~BUT_1 || ~BUT_2 || ~BUT_3) {Led(1); break;}
_delay_ms(1);}}}

```


3. Тестирование схемы. При правильной работе программы, введя последовательность 0–1–3–2, должен загореться зеленый светодиод. На рис. 3 видно свечение зеленого светодиода, что свидетельствует о том, что последовательность введена правильно.

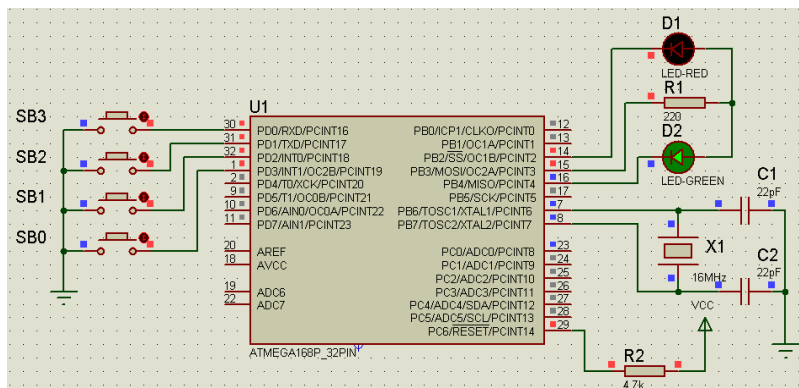


Рис. 3. Индикация правильной последовательности

При вводе неправильной последовательности (например, 3) сразу загорается красный светодиод, сигнализируя нарушение последовательности, что видно на рис. 4.

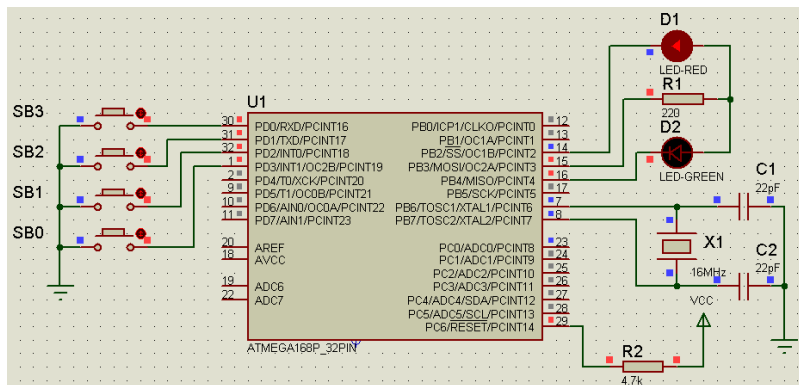


Рис. 4. Индикация нарушенной последовательности

Заключение. Рассмотренная выше задача реализации автомата-распознавателя на микроконтроллере была полностью выполнена и представляет собой работоспособное устройство. Данный автомат

можно использовать как кодовый замок или для подтверждения действий вводом ПИН-кода. В данном автомате можно с легкостью изменить вводимый код, а также добавить (или убавить) вводимые цифры путем изменения программы и добавления (или убавления) кнопок.

Библиографический список

1. Угрюмов Е.П. Цифровая схемотехника: учеб. пособие. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 518 с.
2. Тюрин С.Ф., Аляев Ю.А. Дискретная математика: практическая дискретная математика и математическая логика. – М.: Финансы и статистика, 2010. – 394 с.
3. Тюрин С.Ф. Вычислительная техника и информационные технологии: руководство к лаб. работам в системе Proteus 7.2. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2010. – 135 с.
4. Тюрин С.Ф. Гончаровский О.В., Громов О.А. Вычислительная техника и информационные технологии. Аппаратные средства вычислительной техники: конспект лекций. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2011. – 324 с.
5. Лазерно-ламинаторная технология [Электронный ресурс]. – URL: // <https://www.drive2.ru/c/1369083/> (дата обращения: 01.05.2017).
6. Сайт разработчика Proteus Design Suite [Электронный ресурс]. – URL: // <https://www.labcenter.com/> (дата обращения: 01.05.2017).

Сведения об авторах

Осипенко Игорь Александрович – студент Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. АТ-15-16, г. Пермь, e-mail: deg-94@mail.ru.

СОДЕРЖАНИЕ

Секция I. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ	3
Никитиных Е.И. Разработка элементов автоматизированной системы моделирования и визуализации ассортимента изделий текстильной и легкой промышленности	4
Крицкая М.А., Фишер В.В. Обзор виртуальных полигонов для беспилотных автомобилей	10
Черняева Н.В. Моделирование индивидуальной образовательной траектории	15
Пивоваров А.В. Управление проектом по внедрению автоматизированной информационно-измерительной системы коммерческого учета электроэнергии на предприятии	21
Одинцева А.В., Хабибулина Н.Ю. Проектирование информационной системы для логистического центра	33
Чусовлянкин А.А., Смородов А.А., Сеницына Т.И., Лядова Л.Н. Разработка приложения с адаптируемой базой данных	40
Пирожкова Е.В., Курушин Д.С. Алгоритм построения траектории движения робота с использованием кривой Безье ...	46
Федоренко В.В., Кузьмин А.В. Цветовое кодирование информации в автоматизированной системе контроля температуры объекта	52
Бикметова Е.М. Имитационное моделирование календарного планирования конвейерного производства	58
Кондаков Д.В., Курушин Д.С. Определение углов крена и тангажа по данным цифрового акселерометра	63
Селуков Д.А., Хабибулин А.Ф. Разработка методики взаимодействия пользователей с приложениями виртуальной реальности при помощи Leapmotion Controller	67
Немтинова Е.В. Распределенная система обеспечения локального движения МРК	72
Чемерилов В.В., Фадеев А.С. Преимущества использования семантико-синтаксических анализаторов текста для интеграции интонации в синтезаторы речи	78

Мадатова Г.И., Полевщиков И.С. Автоматизированная система планирования и мониторинга деятельности преподавателя вуза	84
Нагаев Р.А., Полевщиков И.С. Разработка автоматизированной системы создания и согласования рабочих программ дисциплин	91
Гайнанов Р.Р. Трехмерное имитационное моделирование перемещения робота-манипулятора в пространстве с препятствиями	98
Чувак А.В. Анализ активности пользователей беспроводной локальной сети Петрозаводского государственного университета	103
Леонов Е.Р., Курушин Д.С., Долгова Е.В. О возможном подходе к созданию экспертной системы управления мобильным роботизированным комплексом	110
Чистогов М.Д., Викентьева О.Л. Автоматизация процесса разработки и утверждения заказов на проектирование технологической оснастки на АО «Авиадвигатель»	116
Погадаев Е.А. Обзор технологий и ограничений для задачи адаптивного построения маршрута автономного подвижного объекта	123
Караневская Т.Н. Реализация программы выбора основного состава технологического оборудования по заданным параметрам	129
Колодкина Ю.И. Критериальный выбор туристского предложения	134
Некрасов Д.А., Курушин Д.С. О возможности создания подсистемы визуальной одометрии мобильного роботизированного комплекса	138
Мехоношин А.Д., Курушин Д.С. О возможности создания модели нейросетевой идентификации имен денотатов в линейном тексте	142
Федоров А.Б. Общие принципы создания прототипа колесно-шагающей платформы	146
Плешкова И.О., Кушев В.О. Анализ проблем внедрения штрихкодирования на производстве	151
Еловиков А.И., Гончаровский О.В. Мажоритирование устройств на программируемой логике	155

Никитин А.С., Вихорев Р.В., Скорнякова А.Ю. Оптимизация логических элементов ПЛИС на основе модифицированного венгерского метода	159
Братчиков М.А., Власов С.А. Автоматизированное создание учетных записей пользователей на сервере локальной сети под управлением операционной системы Windows Server	165
Казиев А.Б., Небаба С.Г. Использование аппарата свёрточных нейронных сетей в задаче обнаружения размытых изображений лиц	170
Боброва И.А., Полевщиков И.С. Автоматизированная система учета успеваемости студентов вуза	176
Кузьминых К.П., Полевщиков И.С. Разработка задачи АСУ ВУЗ «Распределение учебной нагрузки на кафедре»	181
Полевщиков И.С., Файзрахманов Р.А. Компьютерный тренажерный комплекс как средство автоматизированного управления формированием сенсомоторных навыков операторов технологических процессов	187
Стругов М.В., Полевщиков И.С. Разработка задачи АСУ ВУЗ «Индивидуальный план работы преподавателя»	191
Сибиряков А.В., Мехоношина Н.В., Файзрахманов Р.А., Гудилина Н.А., Ростова Н.Б. Экспертная система для назначения схем антиретровирусных препаратов больным ВИЧ-инфекцией	196
Тепленин А.Р., Файзрахманов Р.Р. Сравнительный анализ современных систем регрессионного тестирования	202
Федосеева О.Н. Актуальность применения методов сэмплирования для решения задач разбалансированных классов транзакций	209
Касимов А.В., Нагаев А.А., Хабибуллин А.Ф. Генерация трехмерной модели сети автомобильных дорог в UNREAL ENGINE 4	212
Прохоров А.Н., Квитчик Р.И. Использование онтологического моделирования при разработке тренажеров на примере тренажера портального крана	216

Кашин О.А., Мурзакаев Р.Т., Файзрахманов Р.А.	
Программная система численного моделирования процесса покрытия тканью	220
Веретехин А.В., Гертнер И.В., Гурулев А.Н., Пась Д.Е., Фадеев А.С. Система «Умный дом».....	226
Приступов В.С., Мурзакаев Р.Т. Применение метода штрафных функций для управления маршрутизацией ре- жущего инструмента	231
Кирова Ю.С., Мурзакаев Р.Т. Решение задачи распреде- ления температуры при термической резке листового материала	236
Кудрявцев С.В., Петренко А.А. Особенности создания базы данных оборудования для энергетических предприятий	242
Мусаев Р.А., Тарутин А.В. Планирование повседневной деятельности с использованием современных программных средств	246
Накарякова Ю.А., Тарутин А.В. Автоматизация оформле- ния и согласования заявок на изменение конструкторской документации	252
Соловьева Т.Н. Подходы к разработке программного обес- печения для проведения квалификационного экзамена на рабочем месте	258
Соловьева Н.В., Погудин А.Л. Концепция обеспечения безопасности информации в ИСПДН	263
Спирин И.А., Хорошев Н.И. Классификация объектов на изображении с использованием технологии EYE-TRACKING методов машинного обучения	268
Ткачук М.М., Казаков А.В. Моделирование течения рези- новой смеси в кабельной головке ДЭГ 60/120	275
Секция II. АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ	279
Степанова В.С., Звягина Е.А. CALS-технологии на про- мышленных предприятиях г. Ливны	280
Шумихин А.Г., Буракова А.Е. Применение эксергетиче- ского КПД для оценки эффективности работы теплообменных аппаратов	284

Новиков П.И., Смирнов Н.В. Математическая модель процесса биоочистки с непостоянным часовым расходом сточных вод	289
Даденков Д.А., Попов А.П. Разработка программного обеспечения лабораторного стенда для исследования и настройки преобразователя частоты «ОВЕН ПЧВЗ»	295
Коньков Д.И., Захаркина С.В. Система эффективного автоматического регулирования температуры пара на выходе из котла	301
Работников М.А., Бояршинова А.С. Разработка приложения для поиска значений параметров передаточной функции каналов передачи по данным комплексной частотной характеристики управляемого объекта	306
Маркелова А.П., Вильнина А.В. Вероятностный подход к моделированию визуализации процесса смешения	312
Маркелова А.П., Вильнина А.В. Математическая основа моделирования визуализации процесса смешения на основе геометрического подобия	318
Чалов М.А., Шмидт И.А. Разработка системы регистрации параметров стендовых испытаний в документно-ориентированной базе данных	323
Сидоров А.А., Кычкин А.В. Исследование режимов работы группы компрессоров с использованием системы энергомониторинга	328
Наумов Д.П., Стариков Д.П. Автоматический регулятор на основе машинного обучения	334
Бояршинова А.С., Шумихин А.Г. Синтез компенсаторов контролируемых возмущений управляемого объекта	339
Войтехов Н.И., Лыков А.Н. Автоматизированная система управления регулирования давления на первой ступени турбокомпрессора пропановой холодильной установки	344
Войтехов Н.И., Чернышев Д.А., Баянов Ф.Н., Погораздов Р.А., Суханов О.П., Лыков А.Н. Исследование влияния структурных параметров искусственной нейронной сети и количества обучающей выборки на величину среднеквадратической ошибки полученного результата. Рекомендации по подбору параметров и обучению сети	350

Баянов Ф.Н., Даденков Д.А., Косолапов О.А. Автоматизированная система управления напорным ящиком учебно-экспериментальной установки целлюлозно-бумажного производства	355
Горошков А.И., Орехов М.С. Разработка системы автоматизации процесса охлаждения тосола установки газотурбинной электростанции	361
Шерстобитова Т.В., Бояршинова А.С. Разработка системы управления подогревом магистрального природного газа на газораспределительной станции	366
Суханов О.П., Елтышев Д.К. Регулятор температуры электрической печи порошкообразных флокулянтов на базе нечеткой логики	369
Погораздов Р.А., Хорошев Н.И. Моделирование статических и динамических моментов нагрузки электродвигателей на основе использования испытательного стенда	374
Носков В.В., Кычкин А.В. Энергомониторинг теплового насоса «iHouse» ПНИПУ	380
Осипенко И.А. Реализация автомата-распознавателя на микроконтроллере ATmega168	385

Научное издание

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ**

Материалы всероссийской научно-технической
конференции

(г. Пермь, 23 мая 2017 г.)

В двух томах
Том 1

Редактор и корректор *И.Н. Жеганина*

Подписано в печать 10.11.2017.
Формат 60×90/16. Усл. печ. л. 25,0.
Тираж 100 экз. Заказ 269/2017.

Издательство
Пермского национального исследовательского
политехнического университета.
Адрес: 614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, к. 113.
Тел. (342) 219-80-33.