

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

5



А

ЛЬМАНАХ

НАУЧНЫХ РАБОТ
МОЛОДЫХ
УЧЕНЫХ

2017

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ**

**АЛЬМАНАХ
НАУЧНЫХ РАБОТ
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
Университета ИТМО**

Том 5



УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Санкт-Петербург

2017

Альманах научных работ молодых ученых Университета ИТМО. Том 5.
– СПб.: Университет ИТМО, 2017. – 360 с.

Издание содержит результаты научных работ молодых ученых, доложенные на XLVI научной и учебно-методической конференции Университета ИТМО по тематике компьютерные технологии и управление.

ISBN 978-5-7577-0566-8

ISBN 978-5-7577-0571-2 (т. 5)



УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Университет ИТМО – ведущий вуз России в области информационных и фотонных технологий, один из немногих российских вузов, получивших в 2009 году статус национального исследовательского университета. С 2013 года Университет ИТМО – участник программы повышения конкурентоспособности российских университетов среди ведущих мировых научно-образовательных центров, известной как проект «5 в 100». Цель Университета ИТМО – становление исследовательского университета мирового уровня, предпринимательского по типу, ориентированного на интернационализацию всех направлений деятельности.

© Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, 2017

© Авторы, 2017

ВВЕДЕНИЕ

Издание содержит результаты научных работ молодых ученых, доложенные 31 января – 3 февраля 2017 года на XLVI научной и учебно-методической конференции Университета ИТМО по тематике компьютерные технологии и управление.

Конференция проводится в целях усиления интегрирующей роли университета в области научных исследований по приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники и ознакомления научной общественности с результатами исследований, выполненных в рамках государственного задания Министерства образования и науки РФ, программы развития Университета ИТМО на 2009–2018 годы, программы повышения конкурентоспособности Университета ИТМО среди ведущих мировых научно-образовательных центров на 2013–2020 гг., Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы», грантов Президента РФ для поддержки молодых российских ученых и ведущих научных школ, грантов РФФИ, РГНФ, РНФ и Правительства РФ (по постановлению № 220 от 09.04.2010 г.) и по инициативным научно-исследовательским проектам, проводимым учеными, преподавателями, научными сотрудниками, аспирантами, магистрантами и студентами университета, в том числе в содружестве с предприятиями и организациями Санкт-Петербурга, а также с целью повышения эффективности научно-исследовательской деятельности и ее вклада в повышение качества подготовки специалистов.



Абрамов Лев Олегович

Год рождения: 1993

Факультет систем управления и робототехники, кафедра технологии приборостроения, группа № P4177

Направление подготовки: 12.04.01 – Приборостроение

e-mail: lewabramov@yandex.ru

УДК 681.518.5

**ИССЛЕДОВАНИЕ И СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ПАРАМЕТРОВ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ОБЛАЧНОГО
ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И НЕРЕЛЯЦИОННЫХ БАЗ ДАННЫХ**

Абрамов Л.О.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Андреев Ю.С.

Работа выполнена в рамках темы НИР № 216648 «Разработка методики применения систем мониторинга производственного оборудования».

В работе описан процесс построения системы мониторинга, проанализированы протоколы передачи данных и рассмотрены системы, позволяющие вести непрерывный контроль над оборудованием.

Ключевые слова: киберфизические системы, мониторинг, измерители-преобразователи, протоколы, scada-системы.

Учитывая тенденции в промышленном секторе современного мира, в частности, такие как снижение затрат на производство, повышение энергоэффективности, развитие «зеленых» технологий, возникает потребность в создании новых технологий, позволяющих минимизировать влияние человеческого фактора, а также ускорить принятие решений на производстве. Повышенная гибкость позволит сократить расходы, открыв дополнительные возможности для инноваций и инвестиций. Развитие подобных технологий станет новой промышленной революцией или ступенью. Так, например, в Германии, данный переход назван «Индустрией 4.0» [1]. Основной идеей данных технологий является создание процесса взаимодействия машин без вмешательства человека, оставляя за последним лишь функции наблюдения и формирования целей. Использование системы мониторинга является первой ступенью для перехода к Индустрии 4.0, так как именно мониторинг является источником данных для анализа и создания логических цепочек между технологическим оборудованием. Однако следует отметить некоторые особенности, требующиеся при создании системы мониторинга оборудования: возможность круглосуточного доступа с использованием современных приборов и различных платформ к данным, возможность хранения данных за весь период работы оборудования, возможность построения графов и логических выводов при помощи систем мониторинга. Для обеспечения указанных потребностей предлагается применять технологии облачного программного обеспечения и нереляционных баз данных.

Сбор информации – это процесс получения информации из внешнего мира и приведение ее к виду, стандартному для данной информационной системы [2]. Информация поступает в виде сигналов (это может быть звук, свет, электрический ток, магнитное поле и т.п.). Ввиду существования множества разнообразных по принципу действия и назначению измерителей-преобразователей (ИП) для измерения или преобразования сигналов возникает необходимость выбора конкретного ИП. На сегодняшний день ИП объединены в группы или виды по некоторым классификационным признакам и преследуют цели облегчения и обобщения вопросов изучения, исследования ИП, а также их проектирования, изготовления

и эксплуатации. При этом классификационные признаки могут быть самыми разнообразными и даже противоречивыми. Для потребителя наиболее естественной является систематизация ИП по видам измеряемых входных величин, например, давлению, температуре, скорости.

Для организации промышленных сетей используется множество интерфейсов и протоколов передачи данных, например, Modbus, Ethernet, CAN, HART, PROFIBUS и пр. Они необходимы для передачи данных между датчиками, контроллерами и исполнительными механизмами (ИМ); калибровки датчиков; питания датчиков и ИМ; связи нижнего и верхнего уровней автоматизированной системы управления технологическим процессом. Наиболее распространенной системой классификации сетевых протоколов является теоретическая модель OSI (рисунок).

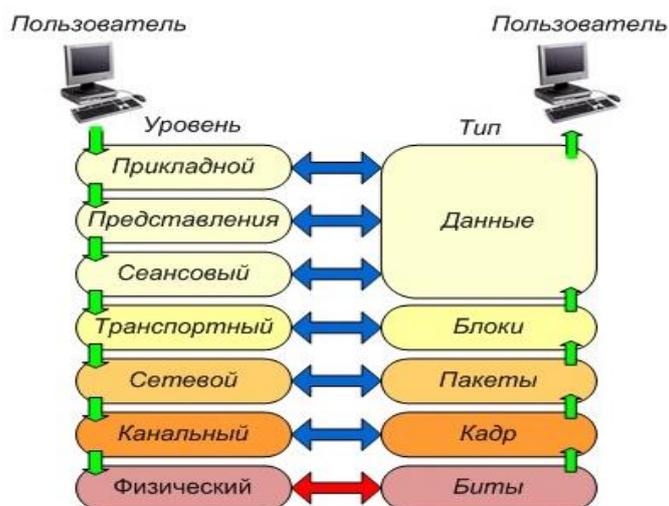


Рисунок. Базовая эталонная модель взаимодействия открытых систем

В соответствии с этой моделью протоколы делятся на 7 уровней, расположенных друг над другом, по своему назначению – от физического (формирование и распознавание электрических или других сигналов) до прикладного (API для передачи информации приложениями). Взаимодействие между уровнями может осуществляться как вертикально, так и горизонтально. В горизонтальном взаимодействии программам требуется общий протокол для обмена данными. В вертикальном – посредством интерфейсов.

В мировой практике, среди сетей общего применения, наиболее широко распространен протокол HTTP (HyperText Transfer Protocol – «протокол передачи гипертекста»). Данный протокол относится к прикладному и представительскому уровням теоретической модели OSI. HTTP базируется на технологии «клиент-сервер», т.е. существует потребитель (клиент), который инициирует соединение и посылает запрос, и поставщик (сервер), который ожидает соединения для получения запроса, производит необходимые действия и возвращает обратно сообщение с результатом.

Для организации взаимодействия между элементами автоматизации в промышленных сетях передачи данных широко применяется коммуникационный протокол Modbus. Существуют три основные реализации протокола Modbus, две для передачи данных по последовательным линиям связи: Modbus RTU и Modbus ASCII, и для передачи данных по сетям Ethernet поверх TCP/IP: Modbus TCP. Различие между протоколами Modbus ASCII и Modbus RTU заключается в способе кодирования символов. Элементы сети Modbus взаимодействуют, используя клиент-серверную модель, основанную на транзакциях, состоящих из запроса и ответа.

В Европе широкое распространение получила открытая промышленная сеть PROFIBUS (PROcess FieLd BUS). Изначально, прототип этой сети был разработан компанией Siemens для своих промышленных контроллеров. PROFIBUS объединяет технологические и

функциональные особенности последовательной связи полевого уровня. Она позволяет объединять разрозненные устройства автоматизации в единую систему на уровне датчиков и приводов. Сеть PROFIBUS основывается на нескольких стандартах и протоколах, использует обмен данными между ведущим и ведомыми устройствами или между несколькими ведущими устройствами.

Мониторинг является первым шагом к достижению цели перехода к цифровому производству и киберфизическим системам. В данной работе на примере измерения температуры проведен комплекс мероприятий по созданию системы мониторинга. Для этого использовано следующее оборудование [3]:

1. двухканальный измеритель-преобразователь «ТРМ-200»;
2. термосопротивление «РТ100»;
3. автоматический преобразователь интерфейса «RS485-USB OВЕН АС4».

В качестве программного обеспечения (ПО) на персональном компьютере установлены OPC-сервер «InSat MasterOPC Universal Modbus Server», а также программа для визуализации данных «MATLAB Simulink». MATLAB обеспечивает построение онлайн-трендов, позволяя сохранять и анализировать все данные в онлайн-режиме. Функционал готовых функций позволяет определять не только события, но и вести статистику по каждой отдельной переменной, посылать команды на прекращение работы. Минусами данной системы является то, что данная система не является SCADA-системой (Supervisory Control And Data Acquisition – диспетчерское управление и сбор данных), что влечет за собой необходимость дополнительного программирования, кроме того MATLAB не может гарантировать бесперебойную работу длительное время, отсутствует возможность разграничения прав доступа [4, 5]. Часть проблем, связанных с использованием данной системы, могут быть решены при помощи создания комбинированного проекта, включающего в себя не только MATLAB, но и языки высокоуровневого программирования, однако целесообразность такого подхода пока не доказана, что заставляет нас смотреть в сторону специализированного ПО, например, «Winnum».

Winnum – это SCADA-система нового образца. Основными отличиями данной системы от привычных SCADA являются [5]:

1. наличие нереляционной базы данных, позволяющей работать с большими массивами данных с приемлемой скоростью;
2. использование облачных технологий хранения данных, а также системы визуализации и настройки, позволяющей работать при помощи любых платформ и из любой точки мира;
3. наличие возможности создания и подключения своих приложений, написанных на языке JAVA, многократно расширяя базовые возможности системы;
4. возможность организации разграничения прав доступа;
5. возможность безопасного хранения данных.

Таким образом, система Winnum может стать единым информационным пространством для всего оборудования, подключенного к ней. Стоит отметить, что решение Winnum позволяет избежать процесса настройки сервера и программ визуализации, так как обладает функционалом не только не уступающим, но и превосходящим их. Для включения мониторинга системы необходимо запустить коннектор, который реализует в себе функции OPC-сервера, а также отправляет данные на сервер для их дальнейшего анализа. В случае удачного подключения, мы можем наблюдать текущие данные, поступающие с измерителя. Для наглядного представления всех возможностей системы планируется создание единого информационного пространства для оборудования кафедры, территориально удаленного друг от друга. Стоит отметить, что MATLAB очень хорошо подходит для исследований и решения локальных задач, в то время как Winnum – это система промышленного масштаба, которую наиболее правильно использовать на производстве. В дальнейшем планируется попытка создания собственных приложений для Winnum, которые позволят не только проводить мониторинг оборудования, но и производить его диагностику.

Литература

1. Colombo A.W., Bangemann T., Karnouskos S., Delsing J., Stluka P., Harrison R., Jammes F., Martinez L., Jose L. Industrial Cloud-Based Cyber-Physical Systems: The IMC-AESOP Approach. – Springer, 2014. – 245 p.
2. Принципы построения измерительных преобразователей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://helpiks.org/5-108768.html>, своб.
3. Промышленная автоматизация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ipc2u.ru/articles/prostye-resheniya/modbus-rtu/>, своб.
4. Козлецов А.П., Решетников И.С. Сбор данных в MES-системах. Основные подходы. – Автоматизация производства // Рациональное управление предприятием. – № 1. – 2013. – С. 74–76.
5. Системы мониторинга, контроля, диспетчеризации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://aircool.ru/proizvodstvo/sistemy_avtomatizacii/programmnyj_kompleks_monitoringa/, своб.



Агеева Татьяна Александровна

Год рождения: 1995

Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем, группа № P3460

Направление подготовки: 11.03.03 – Конструирование и технология электронных средств

e-mail: hwang.tae.kyung1@gmail.com



Ткачева Екатерина Владимировна

Год рождения: 1994

Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем, группа № P3460

Направление подготовки: 11.03.03 – Конструирование и технология электронных средств

e-mail: tkacheva94@gmail.com



Шевяков Александр Дмитриевич

Год рождения: 1997

Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем, группа № P3256

Направление подготовки: 10.03.01 – Информационная безопасность

e-mail: ashevyakov@niuitmo.ru

УДК 681.786.2, 004.9

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ТРЕХМЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

Агеева Т.А., Ткачева Е.В., Шевяков А.Д.

Научный руководитель – к.т.н. Кузнецова О.В.

В работе рассмотрены особенности применения технологии трехмерного сканирования в области приборостроения, проанализированы основные программные продукты, применяемые для создания

трехмерных моделей реальных объектов. Определены достоинства и недостатки существующих программ, выявлены особенности дальнейшего применения трехмерных моделей, полученных с помощью технологии трехмерного сканирования.

Ключевые слова: 3D-технологии, 3D-модель, 3D-сканирование, реверс-инжиниринг, аддитивные технологии.

В современном мире вместе с непрерывным развитием трехмерной (3D) технологии, которая является одной из самых молодых, растет и спрос на 3D-сканеры и различные 3D-устройства. 3D-сканирование – это систематический процесс определения координат точек, принадлежащих поверхностям сложнопрофильных физических объектов (в частности, деталей) с целью последующего получения их пространственных математических моделей, которые могут модифицироваться с помощью САД-систем [1]. 3D-сканирование на данный момент является самым современным и наиболее распространенным способом перевода физической формы объекта в цифровой формат.

Данная технология позволяет создать 3D-модель какого-либо объекта с большой точностью за минимальный промежуток времени вне зависимости от размера и формы объекта. 3D-модель реального объекта применяется для решения задач, связанных с инженерными расчетами, разработкой технологии производства, модернизации и реконструкции. Технология 3D-сканирования широко применяется в различных отраслях промышленности, таких как архитектура, здравоохранение, авиакосмическая промышленность, судопроизводство, энергетика, приборостроение и электроника.

Существующие 3D-сканеры предназначены для самых различных целей. Например, для сканирования небольших деталей используются компактные настольные сканеры. Для сканирования салонов автомобилей и прочих труднодоступных мест применяют ручные сканеры, а для сканирования целых местностей рельефа земной поверхности применяют специальные геодезические фазовые лазерные сканеры.

Создание 3D-модели посредством сканирования по сравнению с другими способами моделирования обладает следующими преимуществами:

- высокая точность;
- надежность;
- реалистичность полученной модели;
- универсальность;
- экономия времени;
- возможность замещения пропущенных или отсутствующих частей;
- возможность изменения полученной 3D-модели после сканирования;
- возможность печати полученной 3D-модели с помощью 3D-принтера [2].

Производители 3D-сканеров рекомендуют пользоваться разработанным ими программным обеспечением, которое является совместимым с оборудованием конкретной фирмы. Но существуют также и универсальные программы, работающие со сканерами различных фирм. Наиболее известными являются следующие программы: PhotoModeler Scanner, Polygon Edition, Geomagic Design X, Artec Studio.

Обзор наиболее известных программных продуктов представлен в таблице.

Некоторые программные продукты совместимы лишь со сканерами определенной фирмы, другие же, например, PhotoModeler Scanner, Geomagic Design X и GOM Inspect, являются универсальными и совместимы с оборудованием различных производителей. Все программы подходят как для 3D-печати, так и для станков ЧПУ, так как поддерживают для экспорта файлы следующих форматов: stl, obj, dwg, plt. Таким образом, выбор программы для 3D-сканирования определяется личными предпочтениями и финансовыми возможностями пользователя, а также выбором 3D-сканера в зависимости от особенностей объектов сканирования.

Таблица. Программное обеспечение для 3D-сканирования

Название	Фирма	Форматы обрабатываемых данных	Форматы экспортируемых данных	Цена для персонального использования	Совместимость
Photo Modeler Scanner	Photo Modeler	Dense Surface Models, Point Clouds	3ds, 3dm, fbx, kml, obj, wrl, stl	1500 долл. США	Сканеры различных фирм
GOM Inspect	GOM	Mesh data, Polygons, Point Clouds	stl, obj, sat, tsh, cgt, catpart	Существует бесплатная версия	Сканеры различных фирм
Geomagic Design X	Geomagic	Rapid Polygons, NURBS Modeling	sld, sldprt, dwr, tsh, prt, cgr, catpart	8000 долл. США	Сканеры различных фирм
Artec Studio	Artec	Point Clouds, Polygons	stl, obj, wrml, asci, aop. plx, x	1100 долл. США	Сканеры фирмы Artec
Polygon Editing Tool	Konica Minolta	Point Clouds, Polygons	stl, cam, vvd, scn, cdm, obj	Поставляется вместе с оборудованием	Сканеры фирмы Konica Minolta
ATOS	GOM	Mesh data	stl, obj, sat, tsh, cgt, catpart	Поставляется вместе с оборудованием	Сканеры фирмы GOM ATOS

Программное обеспечение Artec Studio совместимо со сканерами фирмы Artec, которые предназначены для оцифровки объектов среднего размера (промышленных деталей, человека, памятников, культурных элементов, автомобилей) и небольших предметов с мелкими деталями.

Несмотря на это, наиболее подходящей программой для 3D-сканирования в области приборостроения все же является GOM Inspect, так как она имеет больше возможностей для контроля качества полученной модели, нежели Artec Studio. Также у нее существует бесплатная версия для персонального использования, она совместима со сканерами различных производителей.

К полученной посредством технологии 3D-сканирования модели можно применить метод реверс-инжиниринга. Данный метод представляет собой процесс получения точной модели некоторого готового устройства с целью исследования принципа его работы, проведения измерений и воспроизведения схожего объекта с аналогичными функциями, но без прямого копирования [3]. Он позволяет воспроизвести устройства, электронные блоки, обладающие удовлетворяющими разработчика качествами и свойствами, с минимальными затратами. Детали и части механизмов могут быть сканированы для исследования, анализа и создания новых устройств в целях дальнейшего импортозамещения. Метод реверс-инжиниринга с помощью технологии 3D-сканирования можно применить для изготовления чертежей, моделей для станков ЧПУ или 3D-печати.

В результате данного исследования были проанализированы программные продукты для 3D-сканирования, выявлены их достоинства и недостатки, а также рассмотрены основные подходы для применения моделей, полученных с помощью технологии 3D-

сканирования: реверс-инжиниринг, 3D-печать и изготовление моделей для производства посредством станков ЧПУ.

В ходе дальнейших исследований планируется рассмотреть особенности применения моделей, полученных посредством технологии 3D-сканирования, а также проблемы, возникающие в процессе дальнейшей работы с полученной моделью.

Литература

1. Лысыч М.Н., Шабанов М.Л., Жадобкина В.В. Современные системы 3D сканирования // Молодой ученый. – 2014. – № 20. – С. 167–171.
2. 3D-сканирование в интересах 3D-моделирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.comprice.ru/articles/detail.php?ID=40134>, своб.
3. Что такое 3D сканирование и зачем оно нужно [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://3d-daily.ru/other-news/what-is-3d-scan.html>, своб.



Айнуллова Гузель Тагировна

Год рождения: 1993

Факультет систем управления и робототехники, кафедра технологии приборостроения, группа № P4281

Направление подготовки: 09.04.01 – Информатика и вычислительная техника

e-mail: guzeltagirovna@gmail.com

УДК 004.942: 519.876.5

АНАЛИЗ СИСТЕМ ИММИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ РЕШЕНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Айнуллова Г.Т.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Андреев Ю.С.

В работе проведен сравнительный анализ имитационных систем. Рассмотрено планирование эксперимента по имитационному моделированию в виде последовательности шагов. Проанализирован тактический план, позволяющий сократить время функционирования модели при существенном улучшении ее характеристик.

Ключевые слова: моделирование, технологическая подготовка производства, имитационное моделирование.

Технологическая подготовка производства (ТПП) является одним из основных этапов создания промышленных изделий. Разработка ТПП является наиболее длительным и сложным процессом в котором для выполнения всех требуемых этапов уходит достаточно много времени. Из-за длительного выполнения требуемых операций приводит к увеличению срока выпуска новой продукции, затратам и снижению спроса на новые изделия. Для современных организаций предприятия актуально важной задачей является уменьшить затраты времени на ТПП новых видов изделий. При современных условиях и требованиях ТПП, необходимо основываться на надежных системах, которые могут предоставить методы, способы и средства реализации. Чтобы решить данные проблемы и соответствовать всем требуемым спросам, предприятиям необходимо пересматривать методы внедрения и системы введения бизнес-процесса. Для этого необходимо рассмотреть наиболее подходящие направления, которые помогут в улучшении и реализации новых технологий [1].

Целью работы является исследовать возможности применения систем имитационного моделирования на стадиях ТПП.

Исследование протекания бизнес-процесса связана с построением моделей предприятия, которая предоставляет анализ, дальнейшие проведения или итоговые действия, результаты. Для получения более наглядного и ускоренного анализа применяют имитационное моделирование, который может показать работу выполнения операции, найти ошибки в производстве, улучшить ход реализации будущих процессов. Система помогает определить свои требования на основе детального анализа функциональных требований и получить техническую картину, которая входит в часть процесса разработки требований. Далее, перенести технические процессы непосредственно в среду выполнения, используя специальные стандарты. Это позволяет оценить и контролировать эффективность процесса, повысить конкурентоспособность.

В настоящий момент программ имитационного моделирования насчитывается огромное количество. Для сравнительного анализа были выбраны четыре программы, которые отражают свои возможности по проведению ряда задач и исследований, построению моделей и взаимодействию с пользователем. В данной таблице рассматривались наиболее важные функциональные возможности имитационных систем.

Таблица. Сравнительный анализ имитационных систем

Характеристика	ARIS	AnyLogic	Adonis
Экспорт и импорт данных	+	+	+
Web-интерфейс (облачный сервис)	+	–	+
Интерфейс пользователя модели	–	+	+
Специализированный язык	UML	Java	BPMN, UML
Построение диаграмм	+	+	+
Документирование	+	+	+
Операционная система	Windows, Linux	Windows, Linux, Mac	Windows, Linux
Наличие русского языка в программе	–	+	–
Наличие на кафедре ТПС Университета ИТМО	–	–	+

При анализе данной таблицы, можно говорить о том, что рассматриваемые пакеты по построению систем имитационного моделирования предоставляют возможность широкого применения и построения моделей по различным уровням сложности [2]. Кафедра ТПС Университета ИТМО предоставляет возможность ознакомиться с программой Adonis, с помощью которой можно получить результаты имитационного моделирования, есть необходимая литература кафедры для подробного понимания принципа работы системы. Поэтому свой выбор из представленных программ по имитационному моделированию остановился на системе Adonis.

Среди представленных пакетов в таблице по имитационному моделированию следует выделить характеристику о наличии в программе облачного сервиса, который предоставляет возможность обмена данными между другими пользователями, создать свою собственную конкурентную стратегию различных компании, тем самым расширяя свои возможности. Для более подробного ознакомления с облачным сервисом обмена данных в системе Adonis, в работе рассматривалась ТПП детали «Оправа вогнутой сферической решетки», далее, было выполнено построение диаграмм бизнес-процесса ТПП, представленные на рис. 1.

Построенная диаграмма бизнес-процесса в системе Adonis показывает порядок последовательности выполнения операций. Система Adonis предоставляет полную функциональность облачного сервиса, в которую входит: моделирование, проверка построения, сравнение моделей, анализ, порталы для чтения материала, примеры построения бизнес-процесса в облачном сервисе. По возникшим вопросам правильности построения бизнес-процесса, система Adonis предлагает возможность общения с коллегами из разных стран, в

системе поддерживается автоматический перевод деловых писем, что упрощает работу и расширяет возможности применения имитационного моделирования, позволяет обмениваться и делиться опытом работы с пользователями из других стран данной программы.

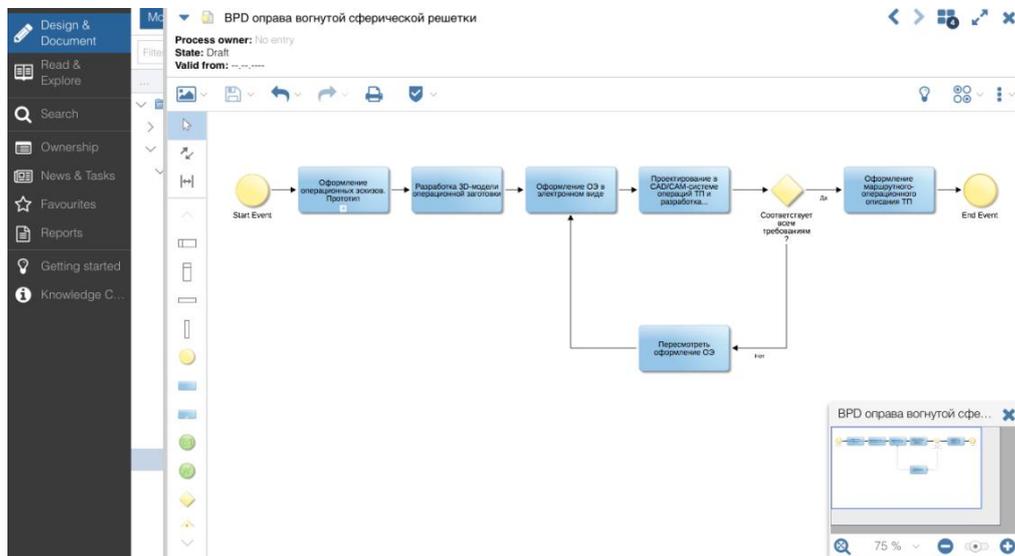


Рис. 1. Построение диаграммы бизнес-процесса

Имитационное моделирование с помощью Adonis начинается с построения моделей: функциональная, организационная, информационная. Построение этих моделей дает доступное представление протекания процесса, объединяет все три построенные модели в единое целое [3]. На рис.2 представлена построенная функциональная модель с установленными связями между моделями организационной и информационной.

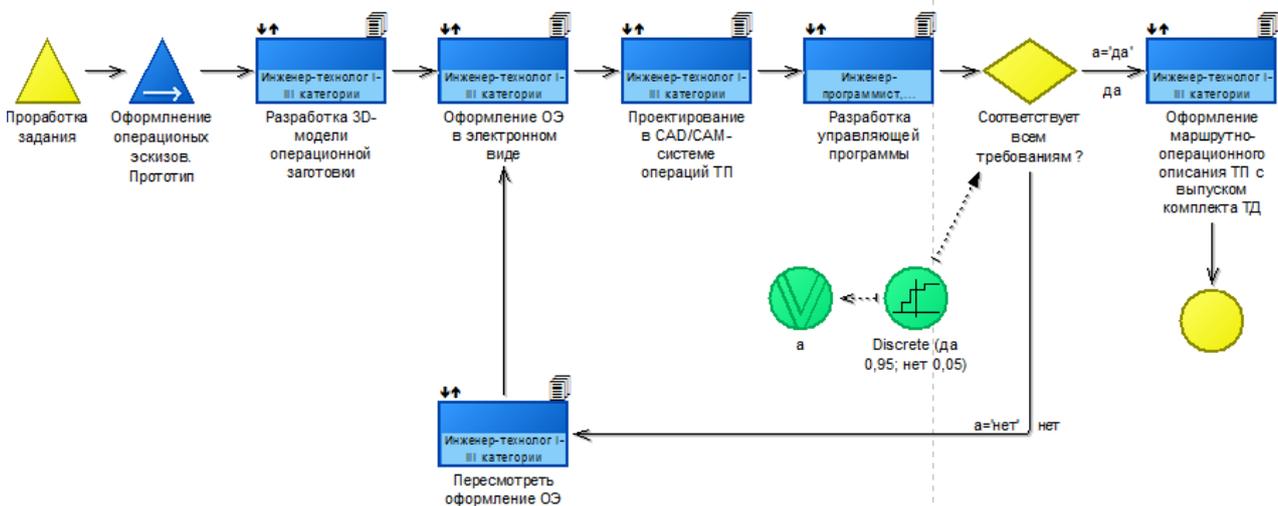


Рис. 2. Функциональная модель процесса с установленными связями

После построения моделей бизнес-процесса можно провести анализ предприятия с помощью имитационного моделирования, который показывает всевозможные последствия в лучшую или в худшую сторону до ее реализации на предприятии. Система Adonis может выполнить несколько видов алгоритма имитационного моделирования, которые носят название «Path analysis» (результаты вероятности пути, время выполнения работы, общее время процесса и стоимость процесса), «Capacity analysis» (результаты затрат времени и финансов каждого исполнителя), «Workload analysis» (результаты общих затрат времени финансовых средств при выполнении всех этапов построенного процесса за требуемый период времени).

Все представленные алгоритмы имитационного моделирования в системе Adonis дают прозрачный взгляд на последующие затраты и позволяет четко распределить будущие расходы. Применение имитационного моделирования на этапах ТПП поможет предоставить быстрые результаты анализа, показать работу выполнения операции, на основании которого можно выполнить оценку и модернизацию бизнес-процесса в соответствии с новыми требованиями.

Литература

1. Яблочников Е.И., Фомина Ю.Н., Грибовская А.А. Организация технологической подготовки производства в распределенной среде // Изв. вузов. Приборостроение. – 2010. – Т. 53. – № 6. – С. 12–15.
2. Скородумов П.В. Имитационное моделирование экономических систем: программные средства и направления их совершенствования // Проблемы развития территории. – 2015. – Вып 2(76). – С. 62–69.
3. Фомина Ю.Н., Саломатина А.А. Реинжиниринг бизнес-процессов проектирования и производства. Приложение I. Методические рекомендации к лабораторному практикуму / Под ред. к.т.н., доцента Яблочникова Е.И. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2010. – 237 с.



Акиев Наран Викторович

Год рождения: 1993

Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем, группа № P4264

Направление подготовки: 11.04.03 – Конструирование и технология электронных средств

e-mail: NVAkiev@yandex.ru

УДК 004.942

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ РАСЧЕТОВ ПЕЧАТНЫХ УЗЛОВ

Акиев Н.В.

Научный руководитель – к.т.н. Кузнецова О.В.

В работе представлен обзор систем автоматизированного проектирования, используемых для выполнения автоматизированных расчетов печатных узлов. Выделены основные достоинства и недостатки рассмотренных систем. Разработаны рекомендации по проведению автоматизированного расчета печатных узлов.

Ключевые слова: системы автоматизированного проектирования, печатные узлы, автоматизированный расчет, системы инженерного анализа, расчеты печатных узлов.

Все виды электронных устройств (ЭУ) подвергаются воздействию внешних факторов. Основным компонентом ЭУ является печатный узел (ПУ), который определяет основную функциональную нагрузку ЭУ. В процессе проектирования стоит задача получить требуемые метрологические характеристики ЭУ и обеспечить его работоспособность в заданных условиях эксплуатации. Для определения способности ЭУ выполнять свои функции и при этом сохранять параметры в пределах норм проводят различные испытания [1].

На сегодняшний день существует возможность на этапе проектирования проводить математический анализ ЭУ на внешние воздействия с помощью средств автоматизированного проектирования (САПР), включающими в себя: системы автоматизированного проектирования (CAD), системы инженерного анализа (CAE).

Результаты такого моделирования приближенные, но позволяют сравнить полученные параметры с требованиями технического задания, и при необходимости внести изменения в проектируемое изделие.

Такие САД-системы как AutoCAD, Pro/Engineer и Solids Works широко используются для компьютерного моделирования изделий сложной формы, с последующим выпуском чертежей. Однако эти специализированные пакеты математического моделирования не обладают развитыми средствами инженерного анализа. В свою очередь, САЕ-системы (ANSYS, COSMOS, NASTRAN и другие) позволяют не только выполнить моделирование систем, но и исследовать их отклик на внешние воздействия в виде распределения напряжений, температур, скоростей, электромагнитных полей и т.д.

ЭУ в процессе эксплуатации может испытывать на себе различные виды воздействий (механические, тепловые, электромагнитные).

Анализ проведенных теоретических исследований позволяет сделать вывод, что наиболее популярными на российском рынке САЕ-системами, способными выполнять автоматизированные расчеты ПУ на действие вибрации, являются: ANSYS и АСОНИКА. Среди САД-систем наибольшей популярностью пользуется система Solid Works.

Solid Works – система твердотельного параметрического моделирования машиностроительных конструкций. Данная система способна выполнять:

- 3D-проектирование изделий (деталей и сборок) любой степени сложности с учетом специфики изготовления;
- инженерный анализ (прочность, усталость, теплопередача, газо/гидродинамика, электромагнитные расчеты).

В системе Solid Works расчеты печатных узлов проводятся с помощью создания упрощенных моделей. Данные таких расчетов весьма приближены. Для расчетов ПУ на внешние воздействия используют САЕ-системы.

Система АСОНИКА предназначена для анализа и обеспечения стойкости ЭУ к комплексным тепловым, механическим, электромагнитным воздействиям и автоматизации документооборота при проектировании. Система позволяет заменить испытания электронной аппаратуры компьютерным моделированием [2]. АСОНИКА состоит из ряда подсистем, между которыми поддерживается связь на уровне входных–выходных данных. Для моделирования механических воздействий на ПУ применяется подсистема АСОНИКА-ТМ. Подсистема позволяет проводить следующие расчеты: тепловые, гармонической и случайной вибрации, одиночного и многократного удара, линейного ускорения.

Подсистема включает в себя следующие конвертеры с известными САПР проектирования печатных плат (ПП): PCAD, Mentor Graphics, Altium Designer, OrCAD. После расчета можно сформировать отчет, в котором могут быть представлены:

- карты режимов работы электронных компонентов (ЭК);
- различные графические зависимости для механических и тепловых процессов, протекающих в ПУ и др.;
- поля температур и ускорений, напряжений, перемещений участков печатных узлов и ЭК.

Программа ANSYS – это гибкое, надежное средство проектирования и анализа. Совокупность программных средств фирмы ANSYS состоит из обширного семейства многоцелевых расчетных кодов, призванных удовлетворять потребности пользователя в решении обширного круга инженерных задач. Основным продуктом – это пакет ANSYS/Multiphysics.

ANSYS/Multiphysics представляет собой программное средство анализа для широкого круга инженерных дисциплин [3]. Система позволяет решать такие задачи, как: анализ переходных процессов, гармонический отклик, спектральный отклик, случайные вибрации.

ANSYS предлагает возможность автоматического преобразования моделей ПП из систем автоматизированного проектирования печатных плат (ЕСАД) в расчетные модели, необходимые для прочностных и тепловых расчетов. Данные о материалах теперь также

могут быть перенесены из ECAD. Результатом расчета являются эпюры деформаций платы и значения амплитуд деформаций.

Комплекс систем ANSYS обладает рядом преимуществ по сравнению с другими системами инженерного анализа, включая CAE-систему АСОНИКА:

- работает в среде операционных систем компьютеров от PC до рабочих станций, высокопроизводительных кластеров и суперкомпьютеров;
- многоцелевая направленность программы позволяет использовать одну и ту же модель для решения таких связанных задач, как прочность при тепловых нагрузках, влияние магнитных полей на прочность конструкции и т.д.

В свою очередь, система АСОНИКА обладает одним бесспорным преимуществом. В отличие от системы ANSYS, АСОНИКА специализирована в области электроники. Ввиду этого учтены особенности свойств материалов, применяемых в электронике.

Стоит заметить, что на сегодняшний день деятельность инженера, занимающегося разработкой электронных средств, предполагает работу одновременно с различным программным обеспечением (CAD-, CAM-, CAE-системами) для достижения максимальной производительности. Такой подход не совсем удобен. Затруднительно иметь под рукой все необходимое программное обеспечение. К тому же такие системы как ANSYS весьма дороги. В связи со всем вышесказанным, лучше осуществлять полный цикл проектирования ПУ в одном программном продукте. К сожалению, в настоящее время нет таких систем, которые позволяли бы осуществлять проектирование ПУ и проводить расчеты внешних воздействий в единой программной среде.

Исходя из этого, в дальнейшем планируется разработка программного приложения для САПР печатных плат на поддерживаемом языке программирования, которое осуществляло бы в единой с САПР программной среде автоматизированный расчет ПП на внешние воздействия. Предлагаемое программное приложение (скрипт) позволит выполнять проектирование и математический расчет ПП не прибегая к дополнительному программному обеспечению, тем самым уменьшая время и затраты на проектирование. Разработчику не придется беспокоиться о файловой совместимости имеющихся у него САПР. Для всего процесса проектирования от схемы до топологии и проведения предварительных расчетов воздействий на разрабатываемую ПП инженеру понадобится только одна САД-система.

Литература

1. Билибин К.И., Власов А.И., Журавлева Л.В. Конструкторско-технологическое проектирование электронной аппаратуры: учебник для вузов / Под общ. ред. В.А. Шахнова. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 568 с.
2. Динамика сложных систем // Междисциплинарный научный журнал. – 2012. – № 4. – 230 с.
3. Чигарев А.В., Кравчук А.С., Смалюк А.Ф. ANSYS для инженеров: справочное пособие. – М.: Машиностроение-1, 2004. – 512 с.



Акулаева Елена Андреевна

Год рождения: 1993

Факультет программной инженерии и компьютерных технологий,
кафедра графических технологий, группа № Р4270

Направление подготовки: 09.04.02 – Информационные системы
и технологии

e-mail: avealuka@yandex.ru



Сопроненко Лариса Петровна

Год рождения: 1965

Факультет программной инженерии и компьютерных технологий,
кафедра графических технологий, ст. преподаватель

e-mail: so_lar@mail.ru

УДК 004.92:930.85

**СБОР И ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ МУЛЬТИМЕДИЙНОЙ СИСТЕМЫ
«АРХИТЕКТУРНО-ХУДОЖЕСТВЕННЫЙ КОМПЛЕКС ФЕОДОРОВСКИЙ
ГОРОДОК В ЦАРСКОМ СЕЛЕ КАК ПРИМЕР РУССКОГО СТИЛЯ»**

Акулаева Е.А., Сопроненко Л.П.

Научный руководитель – ст. преподаватель Сопроненко Л.П.

Работа поддержана в рамках темы НИР «Мультимедийная информационная система «Архитектурно-художественный комплекс Феодоровский городок в Царском селе как пример Русского стиля».

В работе рассмотрены имеющиеся материалы для создания мультимедийной системы «Архитектурно-художественный комплекс Феодоровский городок в Царском селе как пример Русского стиля», проанализированы типы и виды материалов, которые будут составлять мультимедийную систему, а также представлены группы пользователей, составляющие целевую аудиторию проекта.

Ключевые слова: мировое культурное наследие, история архитектуры, Русский стиль, мультимедиа, виртуальная реконструкция.

Феодоровский (Русский) городок в Царском селе – уникальный пример архитектурного комплекса, построенного в Русском стиле, однако современное состояние объекта не позволяет в полной мере увидеть и оценить его художественные достоинства. В частности, практически полностью утрачены интерьеры (рис. 1), в то время как именно росписи Трапезной палаты, Притрапезной церкви, Лестницы круга солнечного дают наиболее точное пластическое выражение идеи Русского стиля [1]. Создание мультимедийной системы позволит ввести в современный культурный контекст весьма обширный корпус информации и предоставит пользователю возможность увлекательного виртуального погружения в пространство утраченного памятника культуры.



а б
Рис. 1. Интерьер Трапезной палаты: 1917 год (а) и 2009 год (б)

Аудитория, для которой предназначена мультимедийная система, весьма разнообразна. Можно представить следующие группы пользователей: специалисты в области IT, чья

деятельность связана с визуализацией, с виртуальной и дополненной реальностью (3d-моделлеры, разработчики приложений, программисты и т.д.); историки архитектуры и искусства; преподаватели и студенты специализированных учебных заведений; краеведы, и, наконец, широкий круг пользователей, которым интересен собственно феномен Русского стиля, идея которого изначально несет в себе некую виртуальность, поскольку опирается на представление о некоем идеале, философском и художественном, воспроизводимом волею творца [2].

Типы и виды материалов, которые будут составлять систему, могут быть следующими: виртуальная реконструкция экстерьера комплекса, представляющего собой подобие крепости-кремля с корпусами, башнями и стенами; виртуальная реконструкция наиболее репрезентативных интерьеров, в частности, Трапезной палаты и Притрапезной церкви; приложение, позволяющее рассмотреть варианты цветового решения интерьеров; ряд публикаций, представляющих объект как наиболее развитый пример Русского стиля; наиболее интересная часть исходного материала (фотофиксация современного состояния, исторические фотографии, прориси и эскизы); сайт, который аккумулирует информацию и позволяет ее использовать.

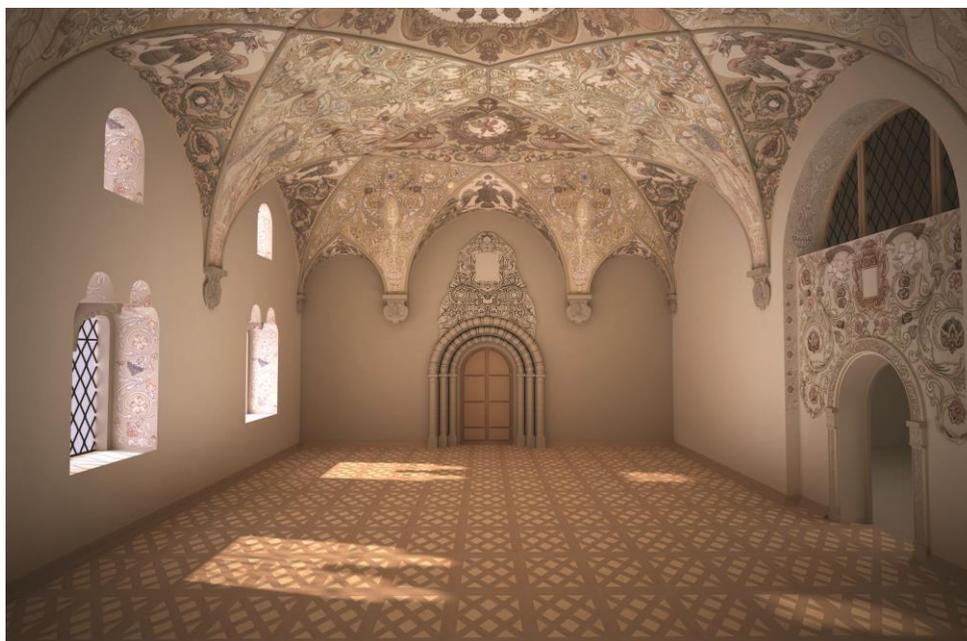


Рис. 2. Трехмерная виртуальная реконструкция интерьера Трапезной палаты, 2015 год

Исходные материалы, на основании которых возможно вести работу над созданием мультимедийной системы, разнообразны по типу и происхождению. Прежде всего, это текстовые документы – книги, архивные публикации. Существует также крайне ограниченное количество архивных фотографий. Фотографии современного состояния объекта М. Капралова и Г. Майоровой, а также более 10 фильмов, предоставлены Музеем-институтом семьи Рерихов. Эскизы живописные, созданные в Мастерской реставрации церковной живописи Академии художеств под руководством проф. А. Крылова. Прориси росписей интерьеров, разработка Царскосельской иконописной мастерской под руководством Г. Майоровой. Архитектурные чертежи (фасады, планы, разрезы) и макет, предоставленные мастерской под руководством И. Шмелева. Кроме того, на кафедре графических технологий в 2015 году была создана виртуальная реконструкция (рис. 2) интерьера Трапезной палаты [3], а в 2016 – приложение [4] с вариантами цветового решения интерьера (рис. 3).

Таким образом, на основании существующих материалов, используя актуальные компьютерные технологии, есть возможность создать действительно комплексный

продукт для широкой аудитории – мультимедийную систему «Архитектурно-художественный комплекс Феодоровский городок в Царском селе как пример Русского стиля».

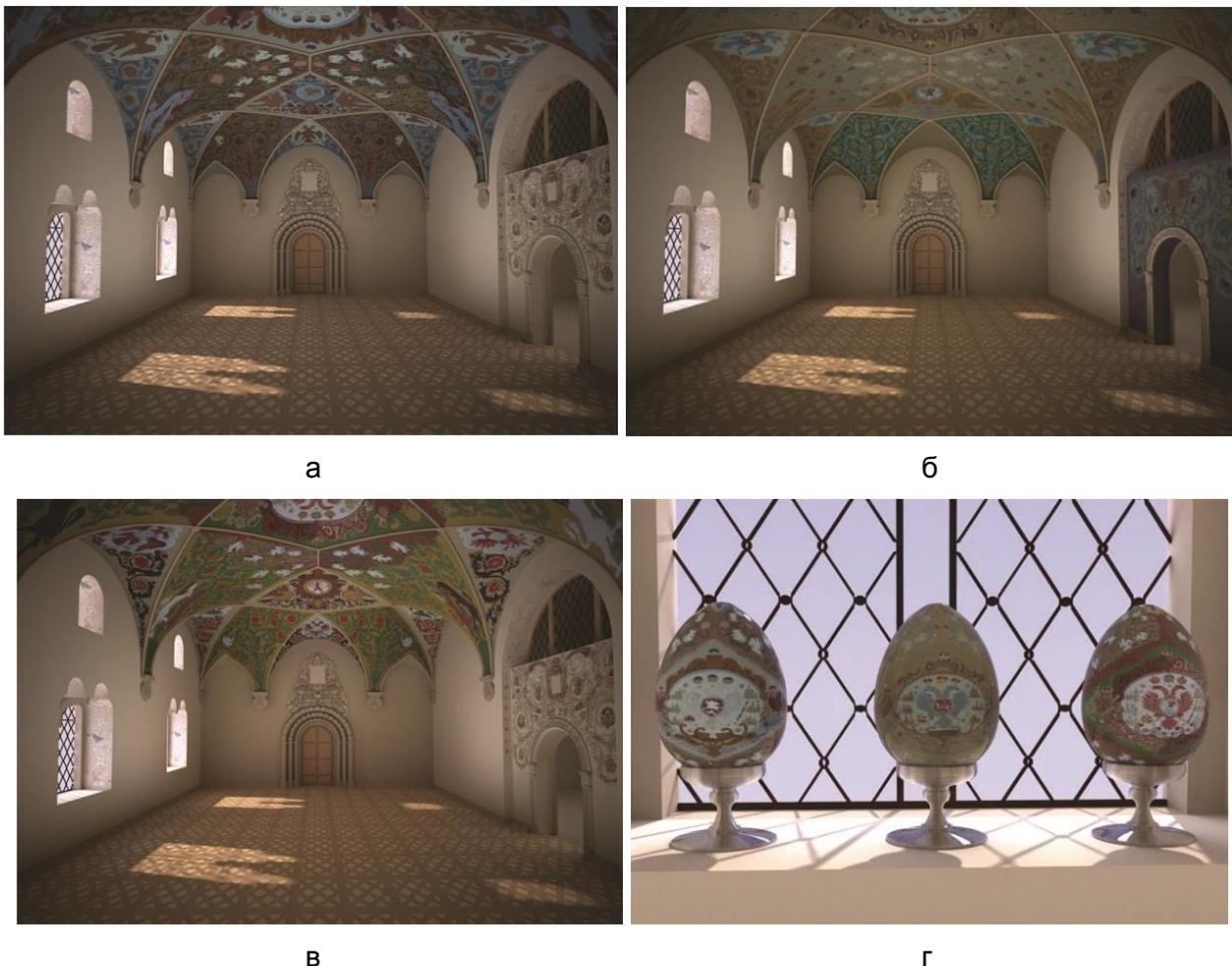


Рис. 3. Варианты цветового решения интерьера (а–в) и интерактивные элементы (г)

Таким образом, на основании существующих материалов, используя актуальные компьютерные технологии, есть возможность создать действительно комплексный продукт для широкой аудитории – мультимедийную систему «Архитектурно-художественный комплекс Феодоровский городок в Царском селе как пример Русского стиля».

Литература

1. Русский городок Царского Села. Китеж XX века. – СПб.-Царское Село, 2010. – С. 24–25, 34.
2. Sopronenko L.P., Akulaeva E.A., Lavrov A., Zviagin K.A., Smolin A. Russian style through time. Experience of virtual reconstruction of the interior of the refectory of the Fedorovsky Gorodok in Tsarskoye Selo // 3rd International Multidisciplinary Scientific Conference on Social Sciences and Arts. – 2016. – V. 2. – № 4. – P. 571–578.
3. Sopronenko L., Akulaeva E., The Virtual Reconstruction of the Interior of Refectory Feodorovsky Town in Tsarskoye Selo // Electronic Imaging & the Visual Arts international conference. 2015. – P. 175–181.
4. Sopronenko L., Akulaeva E., Lavrov A. Technologies of immersion in virtual reality using for the evaluation of different color solutions for Feodorvsky Gorodok refectory 3d-reconstruction // Electronic Imaging and the Visual Arts. – 2016. – P. 105–109.



Алимбеков Кыялбек Умбеталыевич

Год рождения: 1993

Факультет систем управления и робототехники, кафедра технологии приборостроения, группа № P4282с

Направление подготовки: 12.04.01 – Приборостроение

e-mail: alimbekov-k.u@mail.ru

УДК 67.02

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАДАННОГО КАЧЕСТВА ДЕТАЛЕЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ИХ ИЗГОТОВЛЕНИИ НА СТАНКАХ ФРЕЗЕРНОЙ ГРУППЫ

Алимбеков К.У.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Андреев Ю.С.

В работе рассмотрены методы повышения качеств поверхностей композиционных материалов на полимерной основе при механической обработке. Также показан результат экспериментального исследования влияния режимов обработки на качество обрабатываемой поверхности изделия из композиционного материала.

Ключевые слова: полимерные композиционные материалы, станок с числовым программным управлением, фреза, скорость резания, механическая обработка.

В связи с повышающимися требованиями к деталям приборостроения и машиностроения, относительно повышение таких свойств, как жесткость, прочность и т.п. качеств, в то же время снижение веса изделия, появляется необходимость создания новых материалов. По этой причине, исследование обрабатываемости композиционных материалов (КМ) является актуальным. С каждым днем растет использование полимерных композиционных материалов (ПКМ). Композиционные материалы или композиты – это искусственно созданные неоднородные сплошные материалы, состоящие из двух или более компонентов армированные друг с другом. КМ применяются в таких отраслях промышленности как авиация, космическая техника, машиностроение, судостроение в сельском хозяйстве и т.д. В связи с этим появляется необходимость разработки оптимальных технологических методов обработки ПКМ, для получения требуемого качества изделия.

Отличие механообработки КМ от обработки металлов существенно большое. Так как структура строения разных КМ очень разные, процесс механической обработки тоже проходит индивидуально для каждого вида материала. Такие сложности обрабатываемости данной группы материалов создают некие сложности перед предприятиями, работающие с КМ [1].

Обработка ПКМ несет в себе следующие сложности:

- склонность к расслоению в силу своей слоистой структуры строения;
- структурная неоднородность;
- высокая твердость армирующего (добавленного) материала;
- низкая пластичность связующего;
- выдергиваются волокна и др. [2].

Для обработки ПКМ преимущественно применять твердосплавные инструменты или резцы с алмазной режущей кромкой, для обеспечения требуемой точности и шероховатости поверхностей. А также следует проверить качество, состояние заточек, пригодность рабочей зоны и геометрическую форму режущих кромок, которые бы смогли обеспечивать обработку всех компонентов ПКМ. Под компонентами имеются в

виду высоковязкая полимерная матрица и высокопрочный и высокомодульный наполнитель (волокна) [2].

Направление волокон в ПКМ является одним из главных факторов, влияющих на качество обрабатываемой поверхности. Направление волокон – это расположение слоев между собой при формировании КМ. В основном встречаются структуры с направлением угла 0° – 90° , 0° – 45° – 90° и 0° – 45° – 90° – 135° . Особая сложность возникает при обработке слоев с наклоном 45° и 135° . На рис. 1 показано влияние направления укладки волокон на качество поверхности КПКМ [3].

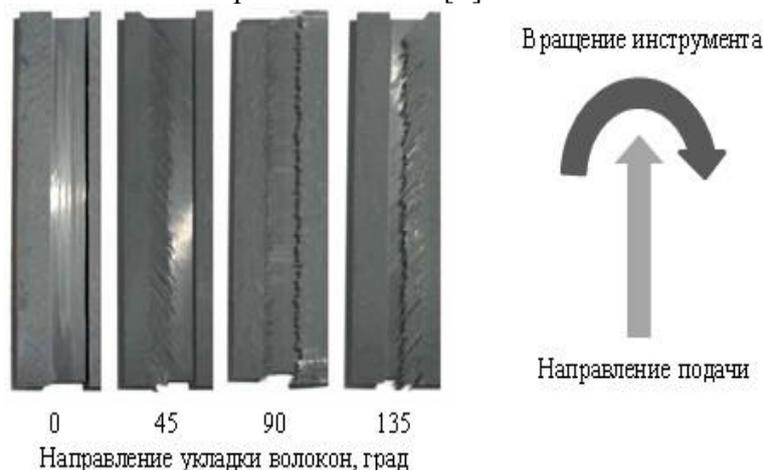


Рис. 1. Влияние направления укладки волокон на фрезерование поверхность ПКМ

Существуют разные методы обработки КМ:

- механообработка (токарная, фрезерная, сверлильные операции, шлифование, расточка и т.п.);
- струйно-абразивная;
- лазерная.

Достоинства и недостатки каждого вида показаны в таблице.

Таблица. Сравнительный анализ способов обработки ПКМ

Вид обработки	Преимущества	Недостатки
Механическая	Технология обработки широко используется и обеспечивает высокую точность при изготовлении деталей	Малый ресурс инструмента – притупление кромок приводит к расслоению, наличию вырванных волокон, повышению температуры в зоне резания, что приводит к термической деструкции матрицы
Струйно-абразивная	Обеспечивает резку пакетов большой толщины и высокую производительность; точность при резке с большими допусками	Повышенная шероховатость на поверхностях в зоне разреза, опасность насыщения детали водой
Лазерная	Высокая скорость и точность резки, нет ограничений по габаритам заготовок или деталей	Термическая деструкция матрицы в зоне резки с незначительной зоной оплавления краев

Для проверки степени влияния режимов резания была проведена обработка на фрезерном станке с ЧПУ модели 6P13Ф3 со стойкой управления NC210. Материал заготовки полифиленсульфид с углеродным волокном (рис. 2). Обработка проводилась двумя режимами обработки. В первом случае скорость резания $V_1=62,8319$ м/мин (режим 1: скорость вращения шпинделя $n=1000$ об/мин, скорость подачи $s=20$ м/мин), во втором $V_2=37,6991$ м/мин (режим 2: скорость вращения шпинделя $n=600$ об/мин, скорость подачи $s=20$ м/мин).

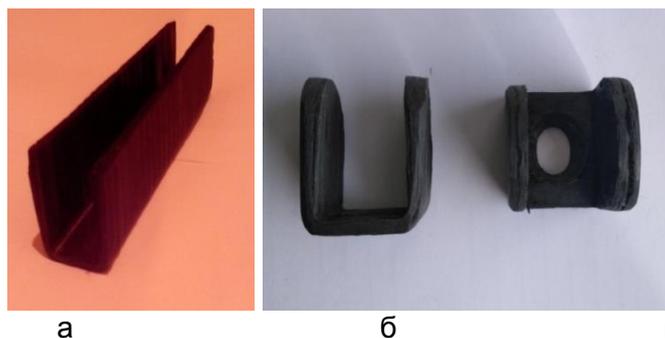


Рис. 2. Заготовка (а); результат режима 1 (б); результат режима 2 (в)

Исходя из результата, можно сделать вывод, что при малой скорости резания волокна композитного материала расслаиваются больше, и тем самым ухудшается качество поверхности.

Заключение. Данная работа будет продолжена исследованием влияния режимов резания на шероховатость обработанной поверхности.

Литература

1. Метгьюз Ф., Ролингс Р. Композитные материалы. Механика и технология. Композитные материалы. Механика и технология: учебник для физических и материаловедческих специальностей / Пер. с англ. – М.: Техносфера, 2004. – 408 с.
2. Раскутин А.Е., Хрульков А.В., Гирш Р.И. Технологические особенности механообработки композиционных материалов при изготовлении деталей конструкций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://viam-works.ru/ru/articles?art_id=1013, своб.
Болотов М.А., Жидяев А.Н. Рекомендации по назначению режимов резания и выбору инструментов: методические указания. – Самара: Изд-во Самарского государственного аэрокосмического ун-та, 2010. – 85 с.



Антипов Денис Сергеевич

Год рождения: 1993

Факультет информационных технологий и программирования,
кафедра компьютерных технологий, аспирант

Направление подготовки: 09.06.01 – Информатика и вычислительная техника

e-mail: antipovden@yandex.ru



Буздалова Арина Сергеевна

Год рождения: 1990

Факультет информационных технологий и программирования,
кафедра компьютерных технологий, аспирант

Направление подготовки: 09.06.01 – Информатика и вычислительная техника

e-mail: abuzdalova@gmail.com

УДК 004.023

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВРЕМЕНИ РАБОТЫ МЕТОДА EA+RL ПРИ ОПТИМИЗАЦИИ ФУНКЦИИ JUMP

Антипов Д.С., Буздалова А.С.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Буздалов М.В.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-31-00380 мол_а.

В работе представлен теоретический анализ времени работы метода выбора вспомогательных критериев EA+RL при оптимизации немонотонной псевдодобулевой функции Jump. Доказана полиномиальная верхняя оценка в случаях, когда алгоритм заканчивает работу. Точность полученной оценки подтверждена экспериментами.

Ключевые слова: эволюционные алгоритмы, вспомогательные функции приспособленности, дискретная оптимизация, метод спуска со случайными мутациями, обучение с подкреплением.

Введение вспомогательных критериев способно ускорить процесс оптимизации во многих задачах. Однако часто вспомогательные критерии могут, наоборот, замедлять процесс оптимизации или менять свою эффективность в течение процесса оптимизации. Для динамического выбора эффективных критериев был разработан метод EA+RL, который показал хорошие результаты при решении практических задач [1]. Однако существует не так много теоретических работ по анализу данного метода. Ранее был проведен анализ времени работы метода EA+RL при решении классической задачи OneMax с помощью (1+1)-эволюционной стратегии [2]. Также предпринята первая попытка оценить способность метода переобучаться при изменении эффективности вспомогательных критериев, однако в результате были получены только предварительные результаты [3].

Целью работы являлся ответ на два открытых вопроса о методе EA+RL:

1. Способен ли метод EA+RL эффективно выходить из локальных оптимумов?
2. Способен ли метод EA+RL переобучаться при изменении полезности критериев?

Постановка задачи. Метод EA+RL состоит из двух компонент: оптимизационного алгоритма и агента обучения. Данный метод является итеративным. На каждой итерации агент обучения с помощью определенного алгоритма выбирает критерий оптимизации. Алгоритм оптимизации осуществляет одну итерацию, оптимизируя выбранный критерий, и возвращает агенту обучения полученную награду, которая зависит от разности значений целевого критерия до и после текущей итерации, и новое состояние алгоритма, которое зависит от нового значения целевого критерия. Агент обучения модифицирует стратегию выбора критериев, и начинается следующая итерация. В качестве алгоритма оптимизации был выбран случайный локальный поиск (Random Local Search, RLS), а в качестве агента обучения был выбран алгоритм Q-learning. Состояниями алгоритма являются все возможные значения целевого критерия.

Для ответа на вопрос о способности метода EA+RL покидать локальные оптимумы, было решено провести анализ времени работы метода при оптимизации функции Jump, которая является одной из самых простых немонотонных псевдодобулевых функций. Аргументом функции Jump является битовая строка фиксированной длины n . Функция Jump имеет параметр l . Если число единиц в аргументе не меньше, чем l , и меньше, чем $n - l$, или если аргумент не содержит нулей, то функция Jump возвращает число единиц в аргументе. Иначе значение функции равно нулю. Данная функция имеет нестрогий локальный оптимум во всех битовых строках, содержащих ровно $n - l - 1$ единиц.

Для ответа на вопрос о возможности переобучения данного метода были выбраны вспомогательные критерии, дополняющие функцию Jump до линейной функции OneMax, которая возвращает число единиц в ее аргументе. Первый вспомогательный критерий LeftBridge возвращает число единиц в аргументе, если оно не превосходит $l - 1$ и ноль во всех остальных случаях. Второй вспомогательный критерий RightBridge возвращает число единиц в аргументе, если оно не меньше, чем $n - l$, и ноль во всех остальных случаях. Можно заметить, что LeftBridge помогает на начальном этапе оптимизации, в то время как RightBridge – на последнем. Иллюстрация критериев представлена на рис. 1.

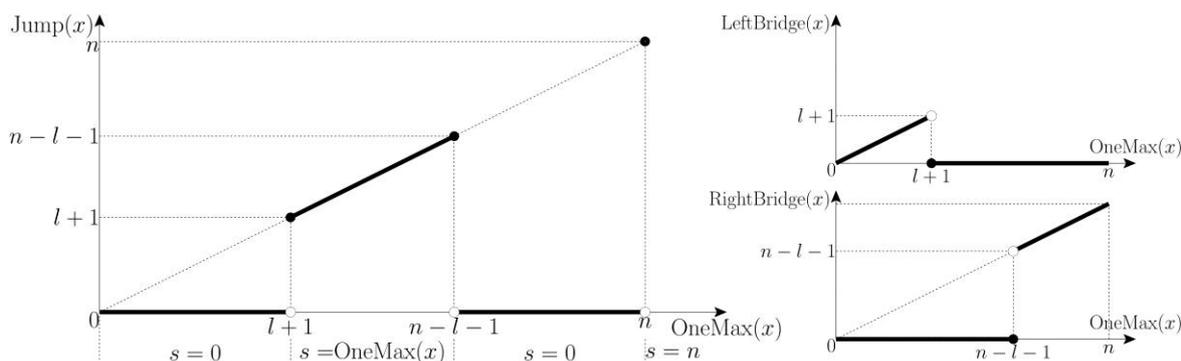


Рис. 1. Критерии (Jump, LeftBridge, RightBridge) и состояния алгоритма (s)

Теоретический анализ времени работы. Метод EA+RL является вероятностным методом, поэтому наибольший интерес представляет нахождение математического ожидания времени его работы. Время работы алгоритмов оптимизации обычно вычисляется как число вычислений значения критериев, так как чаще всего это занимает большую часть времени работы алгоритма. В рассматриваемом случае на каждой итерации происходит ровно одно вычисление значения критерия, поэтому достаточно найти число итераций до нахождения оптимального решения.

Для анализа алгоритм был разбит на три фазы. Первая – до нахождения первого двоичного вектора, на котором значение Jump ненулевое. Вторая – до нахождения первого двоичного вектора, в котором содержится хотя бы $n - l$ единиц. И третья – до нахождения оптимального решения.

Были сформулированы и доказаны три теоремы.

Теорема 1. Ожидаемое время работы первой фазы алгоритма не более чем $\frac{3}{2}n(\ln(l+1)+1)$.

Теорема 2. Если алгоритм не попадает в состояние стагнации, тогда ожидаемое время работы второй фазы алгоритма не более чем $5n \ln\left(\frac{n-l-1}{l+1}\right) + 2n + 15$.

Теорема 3. Если алгоритм не попадает в состояние стагнации, тогда ожидаемое время работы третьей фазы алгоритма не более чем $n(\ln(l) + 1)$.

Суммарно эти три теоремы по линейности математического ожидания дают следующий результат: если алгоритм заканчивает работу, тогда его ожидаемое время работы есть $O(n \ln n)$.

Для оценки точности полученной теоретической оценки была проведена серия экспериментов. Алгоритм запускался для значений $n = 10, 20, 100, 1000, 10000$ и для значений $l = \frac{n}{2} - 1, \frac{n}{4}, 1$ для каждого значения n . Для каждой пары значений n и l алгоритм запускался до тех пор, пока не набралось по 1000 запусков, при которых алгоритм нашел оптимум и корректно завершил свою работу. Графики сравнения теоретической оценки и экспериментального результата на рис. 2 демонстрируют асимптотическую точность полученного результата.

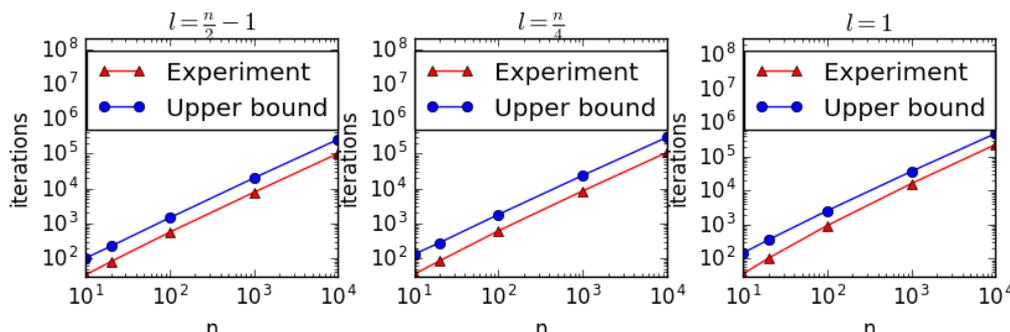


Рис. 2. Сравнение времени работы алгоритма (Experiment) с теоретической оценкой (Upper bound)

В данной работе была впервые изучена способность метода EA+RL выходить из локального оптимума. Было обнаружено, что метод часто останавливается в локальном оптимуме. В дальнейшем планируется разработать модификацию данного метода, способную обнаруживать подобные ситуации и перезапускать алгоритм. Также в работе было обнаружено, что метод способен переобучаться при меняющейся эффективности критериев, однако переобучение происходит еще до того, как критерий становится эффективным. В дальнейшей работе будет проведено более глубокое изучение механизма переобучения с большим числом вспомогательных критериев.

Литература

1. Buzdalov M., Buzdalova A., Petrova I. Generation of tests for programming challenge tasks using multi-objective optimization // In: Proceedings of Genetic and Evolutionary Computation Conference Companion. – 2013. – P. 1655–1658.
2. Antipov D., Buzdalov M., Doerr B. Runtime Analysis of (1+1) Evolutionary Algorithm Controlled with Q-learning using Greedy Exploration Strategy on OneMax+ZeroMax Problem // In: Evolutionary Computation in Combinatorial Optimization. – 2015. – V. 9026. – P. 160–172.
3. Buzdalov M., Buzdalova A. OneMax helps optimizing XdivK: Theoretical runtime analysis for RLS and EA+RL // In: Proceedings of Genetic and Evolutionary Computation Conference Companion. – 2014. – P. 201–202.



Антонова Анастасия Александровна

Год рождения: 1995

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра графических технологий, группа № P4170

Направление подготовки: 09.04.02 – Информационные системы
и технологии

e-mail: nany.antonova@yandex.ru



Меженин Александр Владимирович

Год рождения: 1959

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра графических технологий, к.т.н., доцент

e-mail: mejenin@mail.ru

УДК 004.925

3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ ВИДЕО 360 ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОСВЕЩЕНИЯ

Антонова А.А., Меженин А.В.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Меженин А.В.

В работе рассмотрены вопросы создания видео 360 для демонстраций проектных решений в области дизайна интерьера и дизайна освещения. Описаны основные этапы компьютерного моделирования видео 360: моделирование, сферическая визуализация, монтаж видео, формирование метаданных, размещение в сети Интернет.

Ключевые слова: видео 360, технологии виртуальной реальности, 3D-моделирование, моделирование освещения.

Моделирование освещения – это мощный современный инструмент по решению задач светотехнического оформления помещений. В современных арт-пространствах и театрах используются специфические источники освещения, зачастую имеющие высокую стоимость, поэтому предварительное моделирование является необходимым этапом дизайна интерьера [1, 2].

Для профессионального проектирования освещения разработано программное обеспечение, такое как Relux и DIALux. Результатом работы данных программ является генерация изображения смоделированной сцены, что дает неполное представление о моделируемом помещении, поскольку является только проекцией трехмерного пространства. С другой стороны, широкую популярность приобретают системы виртуальной реальности, такие как шлемы виртуальной реальности (Oculus Rift, Project Morpheus, Gear VR, HTC Vive и другие). Они позволяют человеку наиболее точно увидеть и оценить моделируемое пространство. Для взаимодействия с моделью посредством систем виртуальной реальности предполагается использование определенных движков, например, Unigine Engine или Unity3D. Однако их использование, в силу некоторых программных ограничений, не дает высокого качества визуализации света, в них также нет возможности работы со специфическими источниками освещения, что негативно отражается на качестве и точности визуализации.

Для решения данных проблем было предложено выполнить панорамный, высококачественный рендер в программе трехмерного моделирования и сформировать видео 360. Технологии видео 360 используется для съемок музеев, музыкальных и театрализованных шоу, реального мира и событий. Видео 360 – это видео, снятое с помощью специальных всенаправленных камер или набора камер в виде панорамы. Также видео 360 имеет возможность поддерживать работу со шлемами виртуальной реальности. По мнению авторов, видео 360 высокого качества может быть использовано для представления разработок в области дизайна интерьеров и дизайна освещения.

Для наглядности эффективности предложенного решения, было создано тестовое видео 360 с моделированием нескольких вариантов освещения одного помещения. Для этого в программе 3DS Max была смоделирована тестовая сцена с двумя вариантами освещения (рис. 1). Объекты тестовой сцены: стены, пол, шар с настройками материала, моделирующими стекло и камера, движущаяся по круговой траектории. Первый вариант освещения предполагает наличие четырех источников освещения VRayIES белого цвета и параметром интенсивности 1700. Во втором варианте освещения используется один источник освещения VRayIES желтого цвета с параметром интенсивности 6055. Использовать данные специфические источники освещения стало возможно при применении программы V-Ray, разработанной компанией Chaos Group. V-Ray позволяет использовать некоторые специфические источники освещения, получать высококачественную визуализацию и имеет дополнительные настройки для рендера и камер.

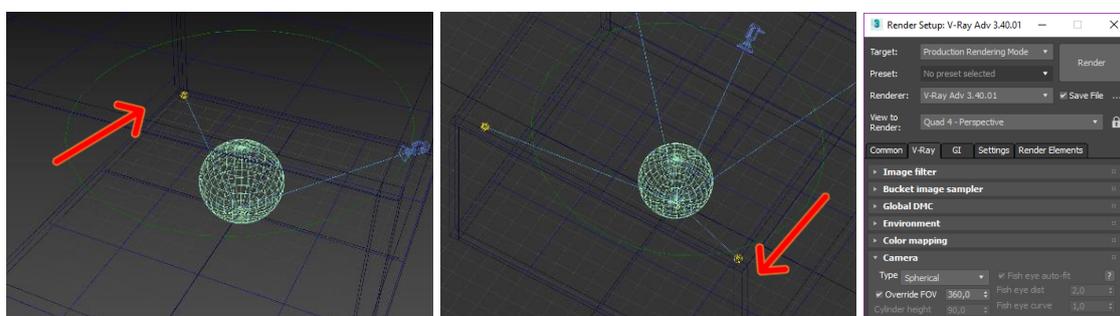


Рис. 1. Тестовая сцена с двумя вариантами освещения, настройки рендера

Был выполнен рендер 100 кадров каждой из двух сцен с настройками V-Ray камеры типа «spherical» и углом 360 градусов (рис. 2). На персональном компьютере, имеющем следующие параметры: ОЗУ 8.00 Гб, видеокарта NVIDIA GeForce GTX 660, процессор Intel

Core i7-4790K CPU 4.00GHz, материнская плата gigabyte ga-z97-hd3; данная операция выполнялась 336 мин.

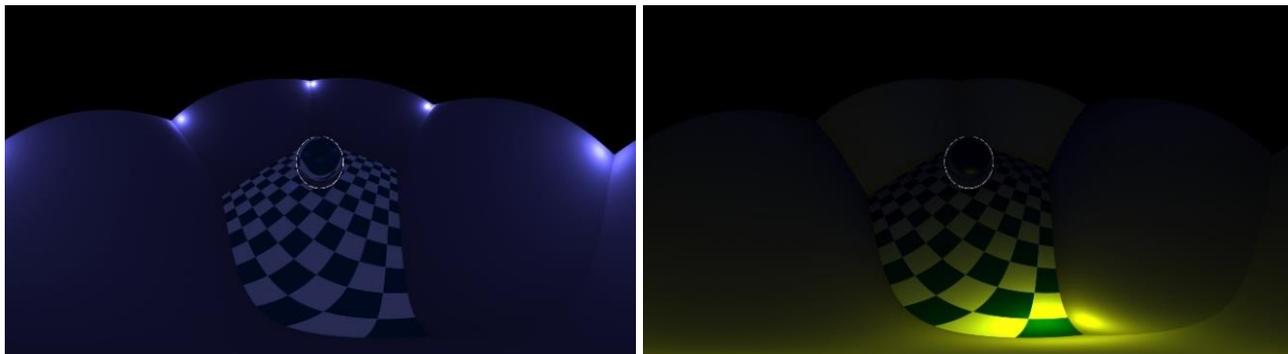


Рис. 2. Результаты рендера

Для создания видео из данных кадров была использована программа Adobe Premiere Pro. Для удобства демонстрации был проведен рендер с частотой кадров 12 кадров в секунду и получено видео длиной 16 с (рис. 3).

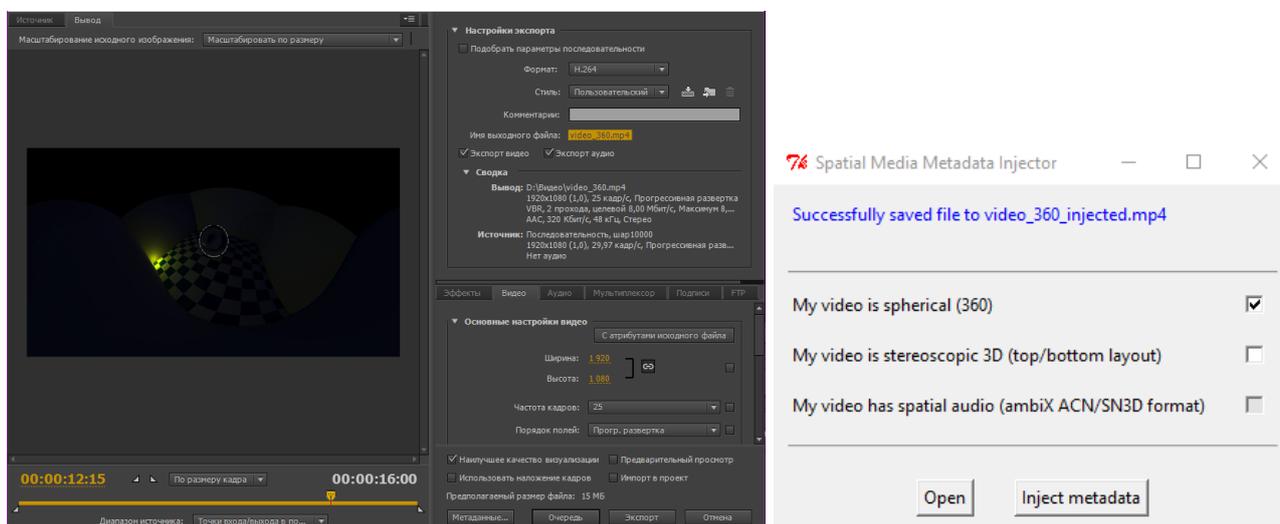


Рис. 3. Создание видео

Для отображения видео 360 было рассмотрено использование двух плееров: YouTube и GoPro VR Player 2.1. Для корректного отображения видео 360 в плеере YouTube необходимо добавить метаданные, что было сделано с помощью приложения 360 Video Metadata. На рис. 4 показано отображение тестового видео в выбранных плеерах.

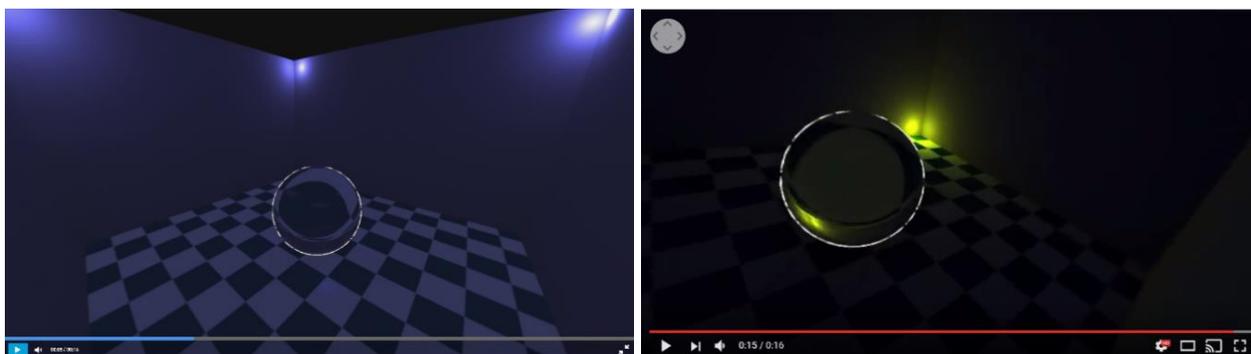


Рис. 4. Результат отображения видео в плеере YouTube и GoPro VR Player 2.1

Таким образом, для наглядной демонстрации изменения освещения в моделируемой в программе Autodesk 3DS Max сцене был проведен рендер двух вариантов систем освещения с настройками камеры 360 с использованием программы V-Ray, а за тем было выполнено создание видео 360 с помощью программы Adobe Premiere Pro. Демонстрация результатов была представлена с помощью двух плееров: YouTube и GoPro VR Player 2.1. По итогу данных действий, человеку легче представить разницу между вариантами освещения.

Литература

1. Виртуальная реальность в реальном строительстве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ardexpert.ru/article/7963>, своб.
2. Kolor Eyes becomes GoPro VR Player [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kolor.com/kolor-eyes/>, своб.



Артамонов Павел Евгеньевич

Год рождения: 1987

Факультет пищевых биотехнологий, кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности, группа № А4130

Направление подготовки: 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
e-mail: 3174116@gmail.com



Рахманов Юрий Алексеевич

Год рождения: 1941

Факультет пищевых биотехнологий, кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности, к.т.н., доцент

e-mail: rahmanovua2010@gmail.com

УДК 69.05

ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ОБРАЩЕНИИ СО СТРОИТЕЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

Артамонов П.Е.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Рахманов Ю.А.

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615877 «Исследование и разработка финансовых, эколого-экономических и организационных методов и инструментов трансфера инновационных технологий в условиях устойчивого развития».

В работе рассмотрена переработка строительного мусора – его качественные и количественные показатели, виды материалов, способы переработки и т.д. – с целью сокращения накопления отходов на специализированных полигонах и экономии ресурсов строительных организаций.

Ключевые слова: строительные отходы, использование, рециклинг, вторичные ресурсы, ресурсосбережение.

Любой строительный мусор необходимо транспортировать со стройплощадки до специализированных полигонов и утилизировать на площадках рекультивации с

соблюдением всех правил безопасности. Затруднений с вывозом таких отходов, как правило, не возникает – с этой задачей успешно справляются специализированные лицензированные компании; они же могут оформить все сопутствующие документы. Главная проблема при обращении со строительными отходами – недостаток понимания выгоды вторичного использования. Такая деятельность жестко регламентируется федеральным законодательством и законодательными актами субъектов Федерации и, соответственно, требует определенной затраты ресурсов – кадровых, временных и материальных – со стороны строительных организаций. Чтобы существенно снизить нагрузку на отведенные под захоронение отходов зоны и минимизировать организационные расходы, частично преобразовав их даже в доходы, рациональнее рассматривать строительный мусор как вторичное сырье.

Строительство сооружений происходит в несколько этапов в определенном порядке. Это проектирование, инженерная подготовка территории – демонтаж существующих сооружений и снос зеленых насаждений, работы «нулевого цикла» – рытье котлована, планировка территории для достижения проектных отметок, вывоз излишка грунта, обустройство фундамента, возведение зданий, монтаж инженерных систем, внутренняя и внешняя отделка и благоустройство прилегающей территории. Только раздел 8 Федерального классификационного каталога отходов (ФККО) (отходы строительства) насчитывает порядка 70 классификаций отходов, правда, инженеры-экологи активно оперируют лишь 20–25 видами для упрощения разработки и согласования документов. Также застройщику необходимо получить соответствующее согласование, на каждый из отходов предоставить протоколы лабораторного анализа, подтвердив их химическую, биологическую и токсикологическую безопасность [1]. Для экономии ресурсов строительным фирмам, очевидно, проще пренебречь регламентами, – так большинство из них и поступает.

Вариантов, как избавиться от отходов, не так уж и много. Крупные компании могут вывезти их на другой объект, где заливается фундамент или обустраиваются временные дороги. Небольшим предприятиям остается либо сотрудничать с этими компаниями, либо вывозить отходы на городские свалки, в том числе несанкционированные и без какой-либо сортировки, – Администрация Санкт-Петербурга ежегодно отчитывается в ликвидации такого мусора [2].

Тем временем отходы строительного производства можно переработать во вторсырье, использование которого позволит снизить затраты на новые (первичные) строительные материалы и уменьшить нагрузку на площадки размещения отходов, исключив образование несанкционированных свалок. В большинстве случаев для переработки достаточно одного-двух мобильных агрегатов (например, дробильно-сортировочный агрегат). Всего в мире практикуется две альтернативы переработки строительных отходов и некондиционной продукции – на месте их возникновения и на специальных комплексах. Первый способ исключает применение высокопроизводительного оборудования, благодаря которому можно получить чистый и фракционированный продукт. Также в этом случае необходимо озаботиться безопасностью жилых домов поблизости, отказаться от непрерывной работы дробильной установки. Второй вариант влечет дополнительные транспортные расходы. Впрочем, их можно компенсировать эффективной работой дробильно-сортировочного комплекса большой мощности, более глубокой переработкой и сортировкой.

Строительные отходы можно разделить на две основные области применения. К первой относятся ограждения, поглощающие шум, забутовка строений, подушка для дорог и ж/д путей – в этих случаях не требуется материал высокого качества, и можно применять исключительно вторсырье. Вторая область подразумевает использование вторсырья в тех же сферах применения, но вторичные ресурсы являются не

основополагающими, а вспомогательными при производстве строительных материалов [3].

Основные продукты переработки и использования строительных отходов представлены в таблице.

Таблица. Продукты переработки и использования строительных отходов

Группа отходов	Продукт переработки
Грунты (IV, V класс опасности)	– грунты для отсыпки площадок рекультивации, полигонов, откосов дорог и ж/д путей; – универсальные биологические грунты (добавление органических удобрений)
Бетон	– основания для дорог и площадок с твердым покрытием (фракция 40–70 мм); – заполнение для тяжелого бетона (фракция 5–40 мм); – карбонатный микронаполнитель для ц/б и а/б, низкомарочные вяжущие – силикатные изделия, кладочный материал, основания для дорог (фракция 0–5 мм)
Металл (арматура от ж/б изделий, закладные)	– рихтовка и повторное использование; – сдача в металлолом
Стекло	– листовое и гранулированное пеностекло (из стеклобоя); – плитки стеклоэмали или повторное использование (из листового стекла)
Древесина (столярные изделия, косяки) и листовые изделия из нее	– ремонт и повторное использование; – теплоизоляционные, звукоизоляционные плиты; – древесные пластики; – сырье древесных производств
Кровельно-битумные отходы	– товарный битум; – кровельное покрытие; – дорожное покрытие
Синтетические напольные покрытия и упаковка	– переработка в ПВХ и иные полимерные изделия

Очевидно, потенциал строительных отходов как вторичного материала крайне высок. Существуют как отечественные, так и зарубежные технологии, и оборудование в области переработки строительных отходов.

Основными причинами низких показателей вовлечения строительных отходов в рециклинг и использование, а также возможными способами их устранения являются:

1. низкая осведомленность специалистов проектных и строительных организаций в области образования и использования (особенно на месте возникновения) вторичных ресурсов. Способ устранения: разработка тематических методических материалов, проведение семинаров, курсов повышения квалификации и т.п.;
2. отсутствие применимой законодательной и нормативной базы в части использования вторичных строительных материалов. Способ устранения: разработка и внедрение соответствующих документов;
3. недостаточный контроль надзорных органов строительных и производственных организаций в области образования и использования вторичных материалов и движения отходов в целом. Способ устранения: усиление контроля;

4. низкое количество специализированных предприятий по переработке строительных отходов. Способ устранения: привлечение частных инвестиций с государственной поддержкой востребованности предприятий;
5. сложность организации предприятия по обращению с отходами с точки зрения лицензирования. Способ устранения: оптимизация и адаптация алгоритма получения разрешающих документов.

Литература

1. Скорыхина Т.В. Динамика переработки строительных отходов, образующихся на территории Санкт-Петербурга // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент». – 2015. – № 1. – С. 228–236.
2. Доклад Администрации Санкт-Петербурга об экологической ситуации в городе в 2015 году / Под ред. И.А. Серебрицкого. – СПб.: ООО «Сезам-принт», 2016. – 168 с.
3. Кравцова М.В., Васильев А.В., Кравцов А.В., Носарев Н.С. Анализ методов утилизации отходов строительства с последующим вовлечением их во вторичный оборот // Изв. Самарского научного центра РАН. – 2015. – Т. 17. – № 4-4. – С. 804–809.



Артемьев Николай Евгеньевич

Год рождения: 1992

Факультет систем управления и робототехники, кафедра технологии приборостроения, аспирант

Направление подготовки: 12.06.01 – Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии

e-mail: Artemev_NE@mail.ru

УДК 004.896

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА ДЕТАЛЕЙ РАЗЛИЧНОЙ ФОРМЫ ДЛЯ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ

Артемьев Н.Е.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Третьяков С.Д.

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615863 «Научные основы создания цифрового производства в приборостроении».

В работе рассмотрены способы поиска на изображении. Обоснованы преимущества работы с контурами на изображении. Выявлена и обоснована необходимость совместного использования методов выделения областей на изображении, фильтрации границ и логическая обработка результатов фильтрации. Описаны суммарные характеристики контуров. Подробно описан метод их получения и работы с ними.

Ключевые слова: техническое зрение, системы управления, киберфизические системы, интеллектуальные системы, цифровое производство, поиск на изображении, контуры.

С наступлением нового этапа индустриализации, возникает ряд задач, для которых невозможно обойтись набором стандартных сенсоров, поскольку подход к определению свойств и характеристик объекта в данном случае должен быть абсолютно иным. Использование систем технического зрения, намного превышающих возможности человеческого глаза, а порой и самого человека как анализатора изображений, является

следующей логической ступенью в разработке абсолютно новых интеллектуальных производственных линий.

Поиск на изображениях может проводиться по нескольким критериям. Первым критерием является цвет, но для того, чтобы начать осуществлять поиск детали на изображении, необходимо разместить на ней маркер нужного цвета. Однако тут возникает ряд проблем с отслеживанием формы детали. Следующим критерием поиска является шаблонное изображение. Алгоритм поиска по шаблону представляет собой последовательное накладывание шаблона на изображение, сравнение пикселей и смещение шаблона по изображению, что представляет довольно долгий процесс с огромным количеством итераций, при этом не способный определить повернутое или масштабированное изображение. Последним критерием, о котором далее пойдет речь, является поиск по контуру. Он, в свою очередь, позволяет не зависеть от того повернута ли деталь или масштабирована.

Перед тем как приступить к работе с контурами, необходимо провести последовательность действий, которая позволит выделить эти контуры из изображений. Это осуществляется методом бинаризации изображения по порогу. Выбор порога, по которому происходит бинаризация, во многом определяет процесс самой бинаризации. Обычно бинаризация осуществляется с помощью алгоритма, который адаптивно выбирает порог. Данным алгоритмом может являться выбор математического ожидания или моды. Также может быть выбран наибольший пик гистограммы в качестве порога бинаризации.

Следующим шагом является применение фильтров границ. Это необходимо для перехода от работы с изображением к работе с объектами на этом изображении. Существует целый ряд алгоритмов, решающих задачу фильтрации контуров: к ним относятся оператор Кэнни, оператор Собеля, оператор Лапласа, оператор Прюитт, оператор Робертса.

Одним из лучших является именно оператор Кэнни. Он использует многоступенчатый алгоритм для обнаружения широкого спектра границ в изображениях, основанный на том, что пикселями границ объявляются пиксели, в которых достигается локальный максимум градиента в направлении вектора градиента.

Фильтрация дает набор пригодных для обработки данных. Но зачастую нельзя просто взять и использовать эти данные без их обработки. Для этого применяется логическая обработка результатов фильтрации. Полученные границы достаточно просто преобразуются в контуры. Для алгоритма Кэнни – это происходит автоматически, для остальных алгоритмов требуется дополнительная бинаризация. Получить контур для бинарного алгоритма можно, например, алгоритмом жука. Чтобы оперировать полученным контуром, его необходимо как-то представить (закодировать). Например, указывать вершины отрезков, составляющих контур. Другой известный способ кодирования контура – это цепной код Фримена (Фридмана) (Freeman Chain Code).

Цепные коды применяются для представления границы в виде последовательности отрезков прямых линий определенной длины и направления. В основе этого представления лежит 4- или 8-связная решетка. Длина каждого отрезка определяется разрешением решетки, а направления задаются выбранным кодом.

Далее можно перейти к непосредственной работе с контурами, поскольку контур является уникальной характеристикой объекта. Самый простой вариант сравнения пары контуров – это рассчитать их моменты. Момент – это суммарная характеристика контура, рассчитанная интегрированием всех пикселей контура. Момент (p, q) определяется формулой:

$$m(p, q) = \sum_{i=1}^n I(x, y)x^p y^q,$$

где q и p – индексы моментов; $I(x, y)$ – яркость пикселя исходного изображения.

Сумма индексов определяет порядок момента и наоборот n – число пикселей контура.

Моменты классифицируются по порядку моментов: момент нулевого порядка ($q=0$ и $p=0$) описывает площадь объекта и поскольку у нас контур, то описывает длину контура. Моменты первого порядка ($(q,p)=(1,0)$ или $(0,1)$) содержат информацию о центре тяжести объектов. Моменты второго порядка ($(q,p)=(2,0)$ или $(0,2)$ или $(1,1)$) являются особенностями объекта, позволяющие его дальнейшую геометрическую реконструкцию. Моменты третьего и выше порядка должны использоваться для уменьшения ошибки во время реконструкции объекта.

Сравнение двух контуров можно свести к сравнению их моментов. Однако моменты, найденные по простой формуле пространственных моментов, приведенной выше, имеют существенные недостатки. Коротко можно сказать, что пространственные моменты дают информацию об объекте в изображении, т.е. связанной с ними (в зависимости) от положения объекта. Они не позволяют сравнить контуры одинаковой формы, но отраженные или повернутые, поэтому их необходимо привести к единой системе координат, через подсчет центра масс.

$$m_{i}(p, q) = \sum_{i=1}^n I(x, y)(x - X_c)^p (y - Y_c)^q,$$

где X_c, Y_c – центр масс:

$$X_c = \frac{m_{10}}{m_{00}}, Y_c = \frac{m_{01}}{m_{00}}.$$

Основным преимуществом центральных моментов является их инвариантность смещения, вращения, отражения объекта, поэтому они пригодны также для описания формы объекта. Недостатком пространственных и центральных моментов является их зависимость от размеров объекта. Для избавления от этого недостатка нужно нормализовать центральные моменты (операция эквализации контуров (приведение к единой длине)). Данная операция позволяет добиться инвариантности к масштабу.

Вычисление нормализованных центральных моментов (normalized central moments) также они называются *Hu invariant moments*:

$$m_{i}(p, q) = \frac{m_{i}(p, q)}{m_{00}^{\frac{p+q}{2+1}}} - \text{линейная комбинация центральных моментов.}$$

Идея состоит в том, что комбинируя различные нормализованные центральные моменты возможно создать инвариантное представление контуров, не зависящее от масштаба, вращения и отражения.

В конечном итоге по полученным результатам проводится сравнение моментов контуров и высчитывается степень непохожести контуров.

$$I(A, B) = \sum_{i=1}^n \frac{|m_i^A - m_i^B|}{|m_i^A|},$$

где $m_i^A = |h_i^A| \cdot \log h_i^A$, $m_i^B = |h_i^B| \cdot \log h_i^B$ и h_i^A, h_i^B являются *Hu* моментами контура A и B .

Чем больше значение, тем соответственно менее похожи контуры.



Бедная Анастасия Игоревна

Год рождения: 1993

Университет ИТМО, факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем, группа № P4264

Направление подготовки: 11.04.03 – Конструирование и технология электронных средств

e-mail: bednaya-nastya@mail.ru



Жарова Юлия Александровна

Год рождения: 1980

Университет ИТМО, факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем, к.ф.-м.н., доцент

Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе, ст.н.с.

e-mail: piliouguina@mail.ioffe.ru



Толмачев Владимир Андреевич

Год рождения: 1952

Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе, д.ф.-м.н., ст.н.с.

e-mail: tva@mail.ioffe.ru



Павлов Сергей Игоревич

Год рождения: 1987

Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе

e-mail: pavlov_sergey87@mail.ioffe.ru



Гущина Екатерина Владимировна

Год рождения: 1984

Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе

e-mail: katgushch@yandex.ru

УДК 621.382

**ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ КРЕМНИЕВЫХ НАНОНИТЕЙ,
СФОРМИРОВАННЫХ МЕТОДОМ МЕТАЛЛ-СТИМУЛИРОВАННОГО
ХИМИЧЕСКОГО ТРАВЛЕНИЯ**

Бедная А.И. (Университет ИТМО), **Жарова Ю.А.** (Университет ИТМО; Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе), **Толмачев В.А.** (Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе), **Павлов С.И.** (Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе),

Гущина Е.В. (Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе)

Научный руководитель – к.ф.-м.н., ст.н.с. Жарова Ю.А.

(Университет ИТМО; Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе)

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 17-02-01116 А «Исследование плазмонных эффектов в наноструктурах из нитеподобных кристаллов кремния с частицами серебра».

Работа посвящена исследованию возможностей практического применения кремниевых наноразмерных структур – нанонитей, полученных металл-стимулированным химическим

травлением. Рассмотрены такие перспективные прикладные области как фотовольтаика, биомедицина, электроника, сенсорика.

Ключевые слова: металл-стимулированное химическое травление, кремниевые нанонити, применение кремниевых нанонитей, электроника, сенсорика, фотовольтаика.

В последние десятилетия повышенный интерес вызывают свойства особых структур, состоящих из связанных друг с другом наноразмерных частиц. На их основе возможно создавать материалы с новыми физическими и химическими свойствами. Особое внимание заслуживает основа современной микроэлектроники – кремний – обладающий набором уникальных свойств и хорошей изученностью технологического процесса создания структур на его основе. Существует большое количество методов микро- и наноструктурирования кремния, например: по механизму пар-жидкость-кристалл, электрохимическое травление, жидкостное химическое травление, реактивно-ионное травление, лазерная абляция и другие. Однако в настоящее время все большую популярность приобретает метод металл-стимулированного химического травления (МСХТ), являющийся недорогим и сравнительно простым процессом структурной модификации кремния. МСХТ позволяет получить кристаллические одномерные кремниевые структуры с высоким аспектным соотношением высоты к ширине (диаметру) – кремниевые нанонити (КНН), применение которых возможно во многих областях науки.

КНН – это наноструктуры различной морфологии длиной от 0,01 мкм, имеющие сечение от 5 до 200 нм в зависимости от условий изготовления. В наши дни наиболее упоминаемыми способами создания КНН являются процессы пар-жидкость-твердое тело и МСХТ. Первый процесс происходит по модели снизу-вверх (down-top), т.е. вначале на поверхность кремния осаждается катализатор (золото), а далее при высоких температурах в присутствии силана вырастают кремниевые нити. Процесс используется также для создания нанонитей GaAs, InP, GaN и других. Метод требует дорогостоящего оборудования, во время выращивания используются высокие температуры, возможен синтез не всех ориентаций КНН, полученные нанонити имеют вкрапления наночастиц золота, что ограничивает распространенность данного процесса. Метод МСХТ протекает по модели сверху-вниз (top-down). Первым этапом процесса является осаждение катализатора на поверхность c-Si, затем происходит травление пластины в электролите, содержащем окислитель и HF. Последней стадией является удаление частиц катализатора из структуры. Преимуществами метода МСХТ являются простота, относительная дешевизна, возможность получения монокристаллических КНН, не загрязненных катализатором. Важными свойствами КНН являются:

1. многообразие структур. В зависимости от технологических условий (катализатор, время его осаждения, морфология пленки катализатора и ее толщина, состав и концентрация компонентов электролита травления, время и температура травления, наличие освещения) и характеристик исходного кремния (ориентации, типа проводимости, уровня легирования) можно получить структуры с различной ориентацией, пористостью, морфологией пор (линейные или винтовые), длиной нитей, геометрией нитей (вертикальные, наклонные, с изломом, зигзагообразные). Такое множество различных структур позволяет применять КНН в различных областях;
2. развитая морфология структур и большая площадь поверхности. Указанные свойства позволяют использовать КНН в качестве антиотражающего покрытия солнечных батарей и в качестве анодов литий-ионных аккумуляторов для улучшения зарядовых характеристик и увеличения срока их эксплуатации. Некоторые исследователи относят КНН к подвиду пористого кремния, поскольку нити расположены в матрице пустот, а также сами нити могут быть пористыми, что позволяет использовать

данные структуры в качестве чувствительных датчиков, а также в качестве надежных изоляторов в микроэлектронике и технологических шаблонов для выращивания металлических нанонитей, «капсулы» с лекарством в медицине;

3. фотолюминесценция в видимой области. Фотолюминесценция в КНН объясняется присутствием кремниевых наночастиц, благодаря которым для данных структур характерен квантово-размерный эффект. Фотолюминесценция нитей может использоваться для создания светоизлучающих структур, в качестве индикатора состава различных исследуемых веществ и объектов (исследование клеток в медицине, химические логические элементы для электроники и сенсорики);
4. биосовместимость и биodeградируемость материала. Данное свойство КНН унаследовали от c-Si. Кремний в большом количестве содержится в живых организмах, а выживаемость клеток после внедрения суспензии КНН позволяет судить о перспективности применения данных структур в медицине для изучения состава клеток, использовании капсул из КНН в качестве носителя лекарства для местного действия препарата, создания из нанонитей протезных полуфабрикатов.

Благодаря перечисленным свойствам КНН могут быть применены во многих областях. Исследователи разных стран пытаются использовать характерные особенности КНН, создавая различные структуры и даже отдельные устройства на их основе. Наиболее перспективные направления возможных применений КНН отображены на рис. 1.



Рис. 1. Перспективы применения КНН

Рассмотрим примеры перспективных применений КНН в электронике. Учитывая тенденции к микроминиатюризации, при создании современных электронных компонентов все чаще используют низкоразмерные структуры. КНН, являющаяся одномерной структурой, может быть использована в качестве проводящего канала полевого транзистора (рис. 2, а).

Принцип действия полевого транзистора на основе нанонити подобен принципу действия обычного транзистора. Особенностью конструкции транзистора является размещение канала в виде нанонити на лицевой, а изолированного затвора на обратной стороне транзистора. Конструкция «кремниевая нанонить на изоляторе» предоставляет новые возможности уменьшения размеров транзисторов, поскольку они позволяют полностью избавиться от «коротко-канальных» эффектов (например, от шунтирующего влияния подложки) обеспечивая малые токи транзистора в закрытом состоянии. Путем модификации канала-КНН с помощью молекул углеводов возможно получение чувствительных биологических сенсоров на основе полевого транзистора. При наличии в исследуемой среде маркеров (белок, ДНК) в растворе меняются вольт-амперные характеристики таких детекторов.

Также было сообщено об интересном устройстве на основе КНН – логическом элементе, выполняющем операции «И» и «ЗАПРЕТ». Узел имеет три входа (измерение кислотности раствора, наличие ионов ртути и анионов хлора/брома), а на выходе контролируется интенсивность флуоресценции (рис. 2, б). Таким образом, с помощью КНН можно контролировать состав и характер изучаемого раствора [1].

КНН являются многообещающими структурами для различных применений из-за их совместимости со стандартными кремниевыми технологиями и благодаря набору свойств, нехарактерных для монокристаллического кремния. Форма, размер, контроль и модификация свойств КНН имеют определяющее значение в применении таких структур. Несмотря на большой прорыв в исследовании КНН, многие технологические проблемы не решены, что ограничивает применение таких одномерных структур и требует более детального изучения.

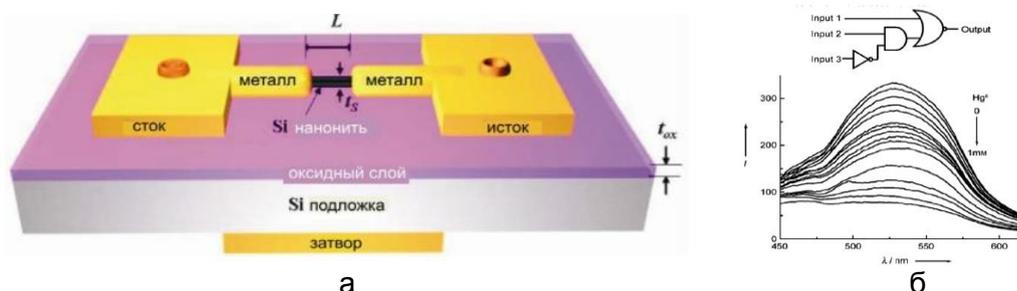


Рис. 2. КНН в электронике: в качестве канала полевого транзистора (а); эквивалентный химическому на КНН логический элемент, снизу показана зависимость интенсивности флуоресценции КНН от концентрации ионов ртути в исследуемом растворе (б)

Коллектив авторов выражает благодарность центру коллективного пользования «Материаловедение и диагностика в передовых технологиях» при ФТИ им. А.Ф. Иоффе за большой вклад в проведении данной работы.

Литература

1. Shao M.W., Ma D.D.D. & Lee S.T. Silicon Nanowires - Synthesis, Properties, and Applications // European Journal of Inorganic Chemistry. – 2010. – P. 4264–4278.



Богданов Иван Викторович

Год рождения: 1994

Факультет систем управления и робототехники, кафедра технологии приборостроения, группа № P4177

Направление подготовки: 12.04.01 – Приборостроение

e-mail: onlyt@yandex.ru

УДК 62-503.56

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ ЗОНЫ ОБРАБОТКИ ПРИ ПОМОЩИ РОБОТИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА

Богданов И.В.

Научный руководитель – к.т.н. Андреев Ю.С.

В работе рассмотрены виды погрешностей роботов, методы определения погрешностей. Предложен способ определения эффективной рабочей зоны робота.

Ключевые слова: эффективная зона, зона обработки, роботизированный комплекс, робот, манипулятор.

Автоматизация производства помогает значительно ускорить процесс изготовления товаров, предупредить появление брака продукции, высвободить работников и задействовать их в более сложных операциях для повышения эффективности труда. В связи с этим современные предприятия внедряют на различные этапы производственного процесса

роботов. Роботы активно используются в технологических процессах сварки, покраски, очистки в сборочных операциях. Благодаря возможности устанавливать практически любой исполнительный механизм на роботе в настоящее время активно ведутся работы по использованию их в процессе механической обработки.

Основным свойством и задачей промышленных роботов является воспроизведение рабочих операций с заданной точностью и с высокой вероятностью повторяемости. Робот должен осуществлять свою работу одинаково цикл за циклом, что определяет качество выполняемой им работы и, соответственно, качество выпускаемой продукции.

В процессе эксплуатации робота можно выделить два основных вида погрешностей – повторяемости работы и позиционирования рабочих органов. Погрешность повторяемости является одним из основных технических параметров робота и показывает отклонение положений от заданных в процессе совершения действия по установленной программе, заданном интервале времени и количестве циклов. Погрешность позиционирования определяется как величина отклонения координат фактического положения точки рабочего органа робота от заданного в управляющей программе. В связи с этим можно выделить два понятия: рабочая зона робота – пространство, в котором может находиться рабочий орган робота при его функционировании, и эффективная зона робота – пространство, в котором при нагрузке на рабочий орган робота, допустимые погрешности не выходят за заданные пределы.

При использовании робота, в качестве механообрабатывающего, его эффективная зона будет сокращаться по сравнению с рабочей зоной в связи с появлением сил резания, дополнительных вибраций и других погрешностей, обусловленных системой «станок-приспособление-инструмент-заготовка» (СПИЗ). В связи с этим исследования по определению эффективной рабочей зоны робота при внедрении его в механообрабатывающие процессы являются актуальными.

Например, в работе [1] предложена методика определения фактической погрешности позиционирования робота при помощи диагностирующей системы QC20-W ballbar. Данная система позволяет регистрировать погрешности позиционирования в динамике и отображать поведение диагностируемого объекта во время выполнения программ.

Исследование проводилось на фрезерном робототехническом комплексе, представленном рис. 1.



Рис. 1. Фрезерный робототехнический комплекс: 1 – фрезерный обрабатывающий центр DMU 80P; 2 – промышленный робот Fanuc M-710 iC/50; 3 – тактовые столы; 4 – защитное ограждение

В данном комплексе робот Fanuc M-710 iC/50 предназначен для подачи заготовок в рабочую зону фрезерного обрабатывающего центра, снятия со станка и перемещения готовых деталей на двухпозиционный тактовый стол.

Система диагностики позволяет исследовать различные области рабочей зоны, как станка, так и промышленного робота с радиусом измерения до 1350 мм. Но достаточно фрагментарно исследовать интересующую область, выявить отклонения и внести коррективы в программу работы робота.

Используя отчеты о величинах отклонений программным путем, удалось свести ошибку воспроизведения роботом Fanuc M-710iC/50 заданного контура к минимуму в $\pm 0,1$ мм, что является допустимым и удовлетворяет требованиям выполнения промышленным роботом особо точных операций [1].

В работе [2] рассмотрены подходы к реализации технологических операций фрезерования металлических заготовок с использованием промышленных роботов.

В ходе исследования проведен эксперимент, целью которого было определение точности позиционирования робота под статической нагрузкой, равной 250 кг. Сила тяжести груза имитировала силы, действующие на робот при фрезеровании с помощью инструмента, установленного на конце кинематической цепи робота.

Главным фактором, влияющим на точность обработки при фрезеровании, является сила резания. Ее удастся снизить путем увеличения скорости резания, уменьшения подачи, уменьшения диаметра инструмента и толщины срезаемого слоя.

Значение и направление силы резания не постоянные – они имеют колебательный характер, обусловленный кинематикой процесса резания.

Во время фрезерования кромки фрезы циклически вступают в контакт с заготовкой, что происходит с ударом. Таким образом, возникают вибрационные нагрузки на манипулятор [2].

На кафедре ТПС Университета ИТМО ведутся работы, связанные с исследованием процессов механообработки при помощи робота переключателя Adept Cobra i600 [3]. Для определения эффективной рабочей зоны предлагается провести следующий эксперимент: в пределах рабочей зоны робота будет располагаться координатная сетка с нанесенными метками (рис. 2). Согласно заданной программе робот будет последовательно перемещаться в запрограммированные координаты, и затем будет фиксироваться отклонение положения робота. Изменяя жесткость системы СПИЗ (постепенно увеличивая нагрузку на рабочий орган) будет изменяться и погрешность позиционирования. Благодаря проведенному эксперименту будет установлена максимальная нагрузка робота и зона эффективной его работы.

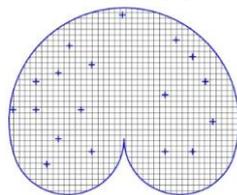


Рис. 2. Координатная сетка

В результате работы предложен способ нахождения эффективной зоны обработки робота, были рассмотрены методики определения фактической погрешности при помощи диагностирующей системы QC20-W ballbar и эксперимент для определения точности позиционирования робота под статической нагрузкой. В дальнейшем будет проверяться точность механической обработки роботом, и проводиться ее сравнение с традиционными станками с ЧПУ.

Литература

1. Иванова А.В., Пономарев Б.Б. Исследование точности воспроизведения пространственных контуров промышленными роботами // Наука и образование. – 2014. – № 5. – С. 1–11.
2. Швандт А., Ющенко А.С. Исследование возможностей промышленного манипуляционного робота при выполнении сложных технологических операций // Робототехника и техническая кибернетика. – 2013. – № 1. – С. 18–21.

3. Adept Cobra i600/i800 Robot User's Guide [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www1.adept.com/main/ke/data/Robot/iCobra/iCobra_UG.pdf, своб.



Бондаренко Игорь Борисович

Год рождения: 1972

Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем, к.т.н., доцент

e-mail: igorlitmo@rambler.ru



Шиманчук Сергей Николаевич

Год рождения: 1994

Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем, группа № P4155

Направление подготовки: 10.04.01 – Информационная безопасность

e-mail: shimanchuk.s@gmail.com

УДК 004.052.2

МЕТОДИКА ЗАЩИТЫ КОНФИДЕНЦИАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ

Бондаренко И.Б., Шиманчук С.Н.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Бондаренко И.Б.

В работе рассмотрена структура многоуровневых автоматизированных систем, и определены основные проблемы их защиты, а также рассмотрена методика защиты конфиденциальной информации в сложных автоматизированных системах путем применения различных подходов, таких как: метод неопределенных множителей Лагранжа, релаксационный метод и вариационный метод. Приведено краткое описание каждого метода с последующей оценкой их достоинств и недостатков относительно защиты автоматизированных систем.

Ключевые слова: информационные технологии, конфиденциальная информация, многоуровневая автоматизированная система, метод неопределенных множителей Лагранжа, релаксационный метод, вариационный метод.

За последние несколько лет не только в России, но и в других развитых иностранных государствах, замечается тенденция увеличения числа информационных атак, приводящих к значительным материальным потерям.

Согласно прогнозам компании Digital Security, специализирующейся на анализе защищенности систем и исследованиях в области информационной безопасности, увеличится интерес к атакам, связанных с социальной инженерией, атакам на внутренние системы банков, DDoS-атакам и атакам на производственные ERP-системы [1, 2].

Особое внимание следует уделить информации, используемой и обрабатываемой в автоматизированных системах (АС), так как они стали неотъемлемой частью каждого предприятия, стремящегося автоматизировать свою деятельность. АС в данном случае выполняет основную роль в надежности и живучести всего производственного процесса в целом, поэтому необходимо обеспечивать ее требуемую защищенность, учитывая не только внутренние факторы, но и негативные воздействия на АС окружающей среды.

Однако еще большей сложностью является обеспечение защищенности сложных АС. Как правило, архитектура сложных АС представляет собой многоуровневую иерархическую систему, количество уровней в которой варьируется в зависимости от масштабов организации. Уровни сложных АС включают в себя все структурные компоненты организации, начиная с датчиков и исполнительных механизмов, и заканчивая уровнем высшего руководства.

Более наглядно многоуровневая иерархическая система сложных АС представлена на рисунке.



Рисунок. Многоуровневая структура АС

Основной проблемой обеспечения защищенности сложных АС является то, что многие специалисты по информационной безопасности не воспринимают ее как единое целое, а пытаются решить вопросы безопасности отдельно для каждого уровня, не учитывая при этом взаимосвязи между уровнями сложных АС. В итоге получают некорректную систему защиты, надежность которой и живучесть вряд ли имеют высокий показатель.

Пути решения данной проблемы могут быть различны, в данной работе рассмотрены три наиболее популярных метода: метод неопределенных множителей Лагранжа, релаксационный и вариационный методы.

Метод неопределенных множителей Лагранжа основывается на построении специальной функции Лагранжа для задачи условной оптимизации. В результате чего, сложная задача условной оптимизации сводится к более простой задаче безусловной оптимизации, в которой фигурируют некоторые неизвестные параметры, называемыми множителями Лагранжа. Алгоритм работы данного метода следующий:

1. составляется функция Лагранжа:

$$L(x_1, x_2, \dots, x_n, \lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m) = f(x_1, x_2, \dots, x_n) + \sum_{i=1}^m \lambda_i [b_i - g_i(x_1, x_2, \dots, x_n)];$$

2. находятся частные производные функции Лагранжа по x_j и по λ_i ;

3. решается система уравнений:

$$\begin{cases} \frac{\partial L}{\partial x_j} = 0, \forall j \in N_n \\ \frac{\partial L}{\partial \lambda_i} = 0, \forall i \in N_m \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \frac{\partial f}{\partial x_j} - \sum_{i=1}^m \lambda_i \cdot \frac{\partial g_i}{\partial x_j} = 0, \forall j \in N_n \\ b_i - g_i(x_1, x_2, \dots, x_n) = 0, \forall i \in N_m \end{cases};$$

4. из стационарных точек, являющихся решением системы, выбирается оптимальное решение [3].

В качестве достоинств данного метода можно выделить простоту и преобразование задач с ограничениями к задачам без ограничений, однако, недостатком данного метода является то,

что в результате преобразования Лагранжа получается модель неполного подобия, т.е. существует вероятность пропуска оптимального решения для поставленной задачи.

Релаксационный метод предусматривает замену сложной целевой функции, в виде которой можно представить многоуровневую АС, на сумму простых функций.

Вначале находится оптимум целевой функции, полагая, что $x_i = \text{const}$, и результат нулевой итерации: $L(X) = (x_1^0, x_2^0, x_3^0, \dots, x_n^0) = C_0$, где $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$. После чего высвобождается переменная x_1 и исследуемая функция принимает вид: $L(x_1) = (x_1, x_2^0, x_3^0, \dots, x_n^0)$, что дает возможность найти решение, приравняв производную по x_1 нулю:

$$\frac{\partial L(x_1)}{\partial x_1} = 0 \Rightarrow x_1^1.$$

Таким образом, находится x_1^1 , при котором целевая функция имеет наилучшее значение. Затем высвобождается переменная x_2 и аналогично находится x_2^1 : $L(x_2) = (x_1^0, x_2, x_3^0, \dots, x_n^0)$, $\frac{\partial L(x_2)}{\partial x_2} = 0 \Rightarrow x_2^1$, и так далее до нахождения x_n^1 . После проделанных операций получается: $L(X) = (x_1^1, x_2^1, x_3^1, \dots, x_n^1) = C_1$. Проведение дальнейших релаксаций аналогично.

После n релаксаций оптимальное решение задачи выбирается путем сравнения всех C_i и выбора из них наилучшего. Оптимальному значению C соответствует оптимальный вектор X^0 – решение задачи [4].

Единственными достоинствами данного метода являются простота и наглядность, но необходимы особые требования к целевой функции и аналитические выражения для первых производных, а также данный метод характеризуется медленной сходимостью к оптимальному решению.

Вариационный метод является универсальным и предполагает последовательный анализ всех вариантов. Основа метода состоит в следующем: искомые решения принадлежат некоторому пространству F . Предполагается, что решения исследуемой задачи есть функции из F , для которых стационарен некоторый функционал $Q[\Psi]$. Тогда оптимальное решение задачи эквивалентно вариационному уравнению: $\delta Q = 0$.

Вариационный метод состоит в поиске решений среди функций из пространства F' , которое значительно меньше, чем пространство F .

Предполагается, что F – множество всех решений задачи, выбирается ряд конкретных решений и представляется в виде функций $\Phi(a, b, c, \dots)$, параметризованных некоторым числом непрерывных индексов a, b, c, \dots . Величина Q , рассматриваемая как функционал от Φ , сводится к обычной функции от вариационных параметров a, b, c, \dots : $q(a, b, c, \dots) \equiv Q[\Phi(a, b, c, \dots)]$. Каждый набор значений a_0, b_0, c_0, \dots , для которых эта функция стационарна, определяет приближенное решение $\Phi_0 \equiv \Phi(a_0, b_0, c_0, \dots)$ вариационного уравнения ($\delta Q = 0$).

Таким образом, исключаются все те допустимые решения, среди которых нет оптимального. По мере выполнения данных процедур происходит постепенное сжатие множества конкурентоспособных вариантов и в итоге остается один или несколько, которые сравниваются между собой [5].

Явным достоинством данного метода является высокая надежность нахождения оптимального решения, но для этого требуется большая трудоемкость.

Каждый из рассмотренных методов имеет шанс быть реализованным на практике при решении подобного рода задач обеспечения комплексной информационной безопасности сложных АС, однако в тех условиях, когда необходим высокий уровень надежности системы наилучшим решением будет реализация вариационного метода.

Литература

1. Коробейников А.Г., Бондаренко И.Б., Прохожев Н.Н., Михайличенко О.В. Принятие технических решений с помощью многоагентных систем // *ИТМО: Кибернетика и программирование*. – 2013. – № 1. – С. 16–20.

2. Digital Security – прогноз тенденций и угроз в области ИБ на 2017 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://safe.cnews.ru/news/line/2017-01-10_digital_security_predstavila_prognoz_klyuchevyh, своб.
3. Метод множителей Лагранжа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://allll.net/wiki/Метод_множителей_Лагранжа, своб.
4. Распопов В.Е., Клунникова М.М., Сапожников В.А. Численные методы: учеб. пособие. – Красноярск: Краснояр. гос. ун-т, 2006. – 182 с.
5. Вариационный метод и связанные с ним задачи [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://lib.sernam.ru/book_km2.php?id=102, своб.



Боне Пролесов Иван Даниэль

Год рождения: 1991

Факультет систем управления и робототехники, кафедра мехатроники, группа № P4127

Направление подготовки: 15.04.06 – Мехатроника и робототехника

e-mail: ivanprole1@hotmail.com



Касас Ромеро Луис Фернандо

Год рождения: 1990

Факультет систем управления и робототехники, кафедра мехатроники, группа № P4125

Направление подготовки: 15.04.06 – Мехатроника и робототехника

e-mail: fernandoca.romero@gmail.com

УДК 621.865.8

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ГИДРОПРИВОДА НА КИНЕМАТИКУ И ДИНАМИКУ ШАГАЮЩЕГО РОБОТА

Боне Пролесов И.Д., Касас Ромеро Л.Ф.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Коваленко П.П.

В работе производилось моделирование гидравлических приводов четырехногого робота для изучения работоспособности гидропривода в различных режимах работы и нагрузке для последующей оценки влияния характеристик гидропривода на кинематику и динамику шагающей машины с целью создания надежной и устойчивой работы машины.

Ключевые слова: гидравлика, шагающая машина, четырехногий робот, структурная схема, моделирование.

Основной целью являлось исследование влияния характеристик гидравлических приводов конечностей шагающей машины на ее кинематику и динамику.

Основными задачами данной работы являлись:

- разработать структурную схему гидроприводов конечностей шагающей машины;
- смоделировать работу гидроприводов конечностей шагающего робота;
- с использованием полученной модели изучить влияние изменения параметров гидропривода на кинематику и динамику конечностей шагающего робота.

Для разработки кинематической модели конечности робота использован центр системы координат конечности X_n, Y_n, Z_n ; он расположен в точке прикрепления ноги к

платформе, плоскость X_n , Y_n совпадает с плоскостью платформы, ось Y_n направлена от центра платформы к точке крепления промежуточного звена к платформе, ось Z_n – вертикально вверх (рис. 1) [1].

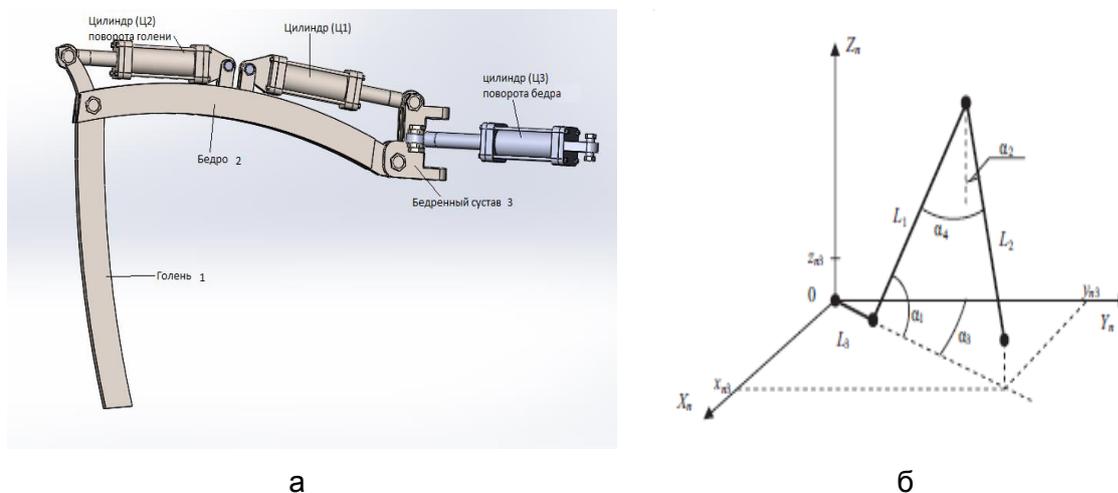


Рис. 1. Нога шагающей машины (а), геометрическая модель конечности робота [1] (б)

Кинематическая модель гидроприводов представлена на рис. 2, а. Изменение положения конечностей робота в пространстве происходит за счет изменения углов между звеньями конечностей. В свою очередь, величины углов зависят от величин выдвижения штоков гидроприводов [1].

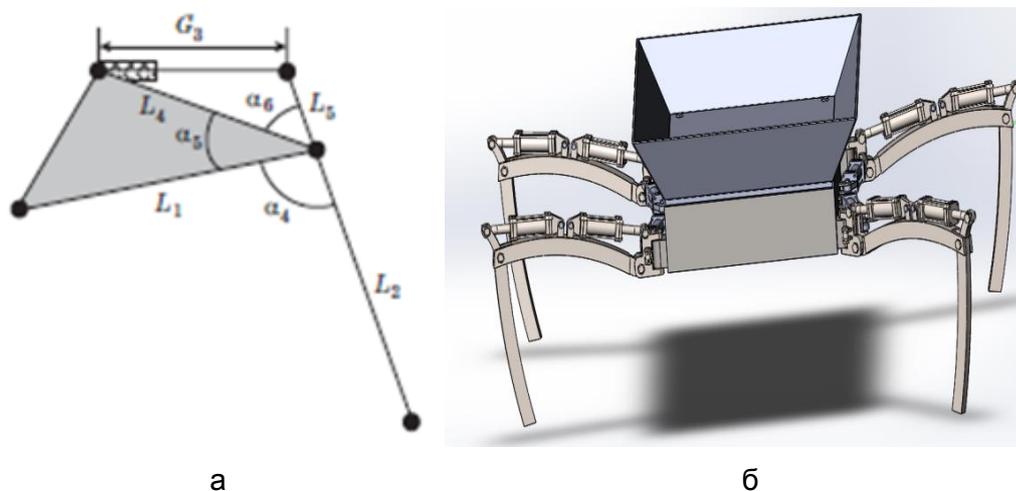


Рис. 2. Геометрическая модель гидропривода поворота голени [1] (а), шагающая машина (б)

Корпус шагающей машины (рис. 2, б) представляет собой прямоугольник, в вершинах которой расположены трехзвенные конечности. В точке крепления ноги к платформе происходит вращение вокруг вертикальной оси, а в точке крепления бедра к промежуточному звену – вращение вокруг горизонтальной оси.

Гидравлическую систему (рис. 3) можно представить как некую конструкцию взаимосвязанных элементов, рабочим телом в которых является жидкость. В ней анализ влияния характеристик гидропривода на динамику шагающей машины показывает, что рабочие процессы выдвижения штоков гидроцилиндров для подъема, поворота и опускания ног четырехногого робота сопровождаются большими динамическими нагрузками, вызывающими резкие скачки давления рабочей жидкости в пуско-тормозных режимах [2].

С использованием программного продукта FluidSIM осуществлено моделирование процесса подъема и опускания ног робота с быстрым срабатыванием клапанов

распределителей. При этом фиксируются графики положения и скорости штока и давления рабочей жидкости в гидроцилиндре.

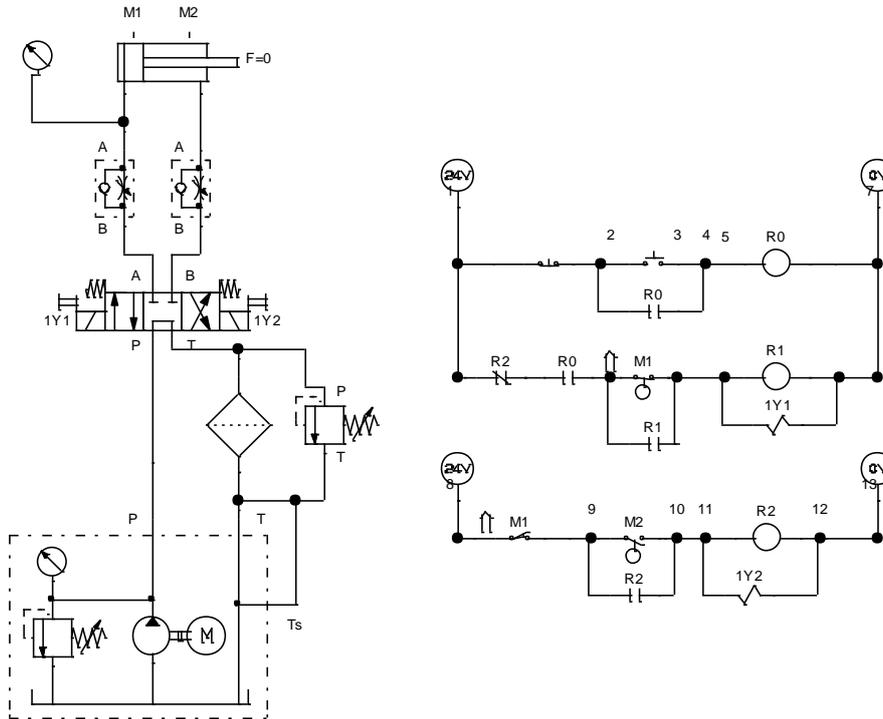


Рис. 3. Гидравлическая схема

Результаты, полученные при моделировании гидравлической системы при изменении подачи насоса с 10 до 15 л/мин, показаны на рис. 4.

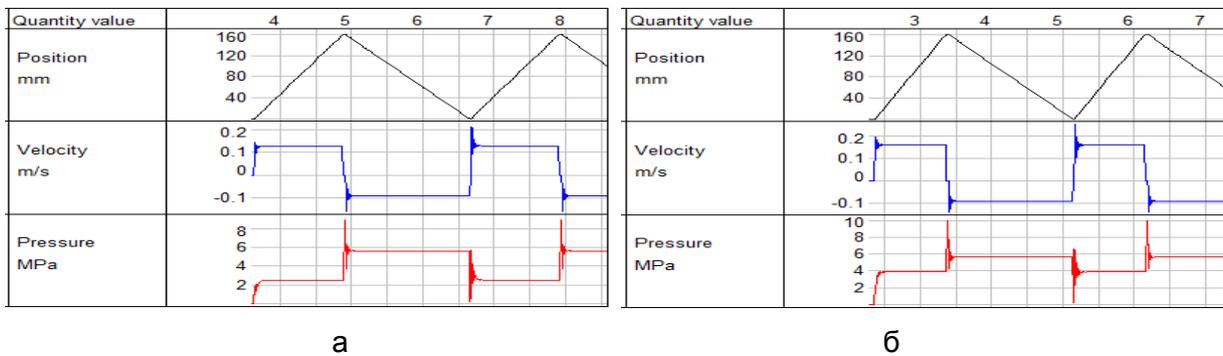


Рис. 4. Результаты моделирования при значении подачи насоса: 10 л/мин (а) и 15 л/мин (б)

Ниже приведены результаты моделирования гидравлической системы при установке обратного клапана и дросселя с гидравлическим сопротивлением (рис. 5).

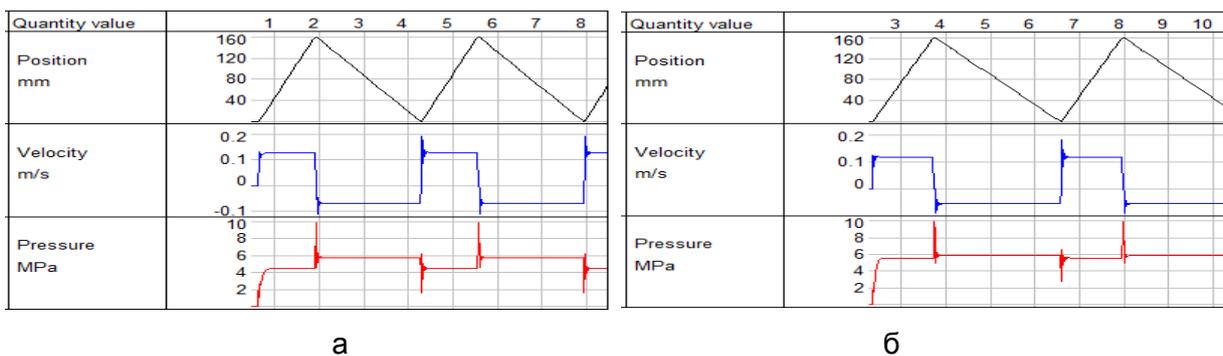


Рис. 5. Результаты моделирования при изменении гидравлического сопротивления дросселя: 0,1 и 0,2 МПа/(л/мин)² (а) и 0,1 и 0,3 МПа/(л/мин)² (б)

Графики положения и скорости штока и давления рабочей жидкости в гидроцилиндре при различных значениях нагрузки ($P_{нагр}$), площади штока ($F_{шт}$) и площади поршня ($F_{пор}$) представлены на рис. 6.

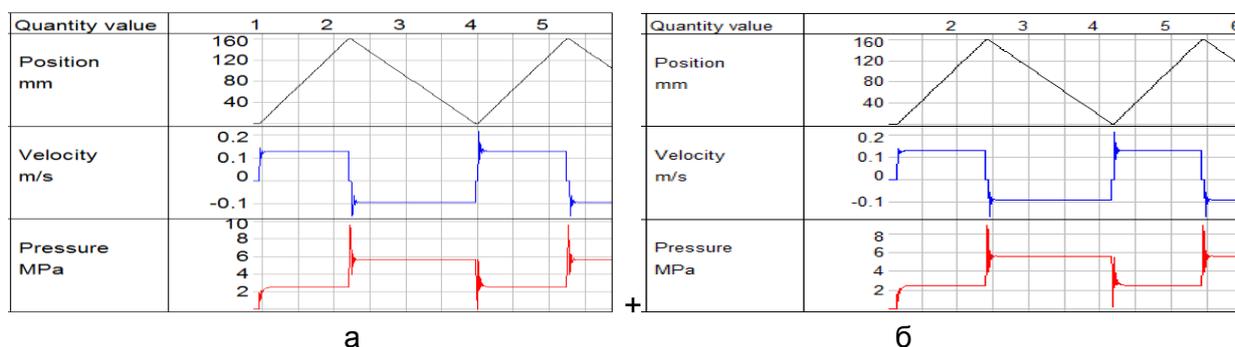


Рис. 6. Результаты моделирования при: $P_{нагр}=150$ кг; $F_{шт}=12,5$ см², $F_{пор}=7,6$ см² (а) и $P_{нагр}=100$ кг; $F_{шт}=12,5$ см², $F_{пор}=7,6$ см² (б)

Выводы. Произведено моделирование гидравлического привода ноги шагающей машины при изменении таких параметров, как подача насоса, давление, гидравлическое сопротивление дросселя, площадь поршня, площадь штока, нагрузка на шток гидроцилиндра.

Анализ результатов моделирования (рис. 4–6) показал, что из-за отсутствия таких механизмов ограничения потоков жидкостей, как дроссели и обратные клапаны, имеются гидравлические удары в виде скачков давления до 10 МПа и сильные колебательные процессы. Эти гидравлические удары приводят к неустойчивости шагающего робота, неточности движения и к износу гидроцилиндров и других компонентов гидравлической системы.

Полученные результаты показали, что динамические нагрузки, связанные с резкими скачками давления рабочей жидкости, можно уменьшить путем подбора гидроаппаратуры с использованием результатов моделирования [3].

Литература

1. Михайлов В.В., Соловьева Т.Н., Попов В.П. Моделирование кинематики шагающего робота // Информационно-управляющие системы. – 2015. – № 6. – С. 50–56.
2. Михайлов В.В., Соловьева Т.Н., Кузьмин Д.В. Моделирование перемещения шагающего робота по неровной поверхности. Проблемы управления и моделирования в сложных системах // Труды XVIII Международной конференции «Проблемы управления и моделирования в сложных системах». – 2016. – С. 421–429.
3. Попиков П.И. Экспериментальные исследования динамики гидропривода механизма подъема лесного манипулятора // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. – 2012. – № 75(01). – С. 407–418.



Бородина Ксения Игоревна

Год рождения: 1993

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра экологии и техносферной безопасности, группа № А4205

Направление подготовки: 20.04.01 – Техносферная безопасность

e-mail: k.i.borodina@gmail.com

УДК 614.893.22

СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ГЛАЗ ОТ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Бородина К.И.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Кустикова М.А.

В работе представлена общая информация о принципе работы лазера, характеристики лазерного излучения. Приведено обоснование необходимости применения средств индивидуальной защиты

глаз от лазерного излучения. Кратко описан процесс проведения испытания защитных очков по показателю устойчивости к лазерному излучению. **Цель работы:** обозначить проблему осуществления проведения испытаний очков защитных по показателю устойчивости к лазерному излучению в России и предложить вариант решения данной проблемы.

Ключевые слова: средства индивидуальной защиты глаз, очки защитные от лазерного излучения, лазерное излучение, устойчивость к лазерному излучению, лазер.

Лазер-генератор когерентного, монохроматического и высоконаправленного электромагнитного излучения в видимой, ИК- и УФ-областях спектра, основан на использовании индуцируемого излучения. Физической основой работы лазера является усиление излучения с помощью вынужденного излучения. В его основе лежит переход частиц из возбужденного состояния в основное под воздействием внешнего электромагнитного поля, частота которого совпадает с частотой перехода, и при этом излучается дополнительный фотон. Испускаемые фотоны имеют одинаковую фазу и частоту. Когерентное излучение можно сфокусировать в пятно очень малых размеров, и при этом получить значительные плотности энергии [1].

Свет, воспринимаемый сетчаткой глаза, находится в видимом диапазоне длин волн (380–780 нм). Когда плотность мощности превышает допустимые пределы, т.е. свет кажется слишком ярким, мы закрываем глаза (рефлекс моргания). Такая автоматическая реакция эффективна для мощности излучения до 1 мВт [2]. При более высоких мощностях слишком большое количество энергии будет поглощено сетчаткой, перед тем как защитный рефлекс сработает, что может привести к необратимому повреждению органа зрения.

Чтобы избежать негативного воздействия при работе с лазерами и лазерными установками применяют очки для защиты от лазерного излучения. Для каждого типа лазера подбираются очки с определенным светофильтром, пропускающим максимальное количество видимого света, но блокирующем свет на длине волны лазера. Защитные очки не должны уменьшать эффективность технологического процесса и работоспособность человека [3]. Их защитные характеристики должны оставаться неизменными в течение установленного срока эксплуатации.

Перед тем как выйти на рынок, лазерные очки должны пройти процедуру подтверждения соответствия, в целях удостоверения соответствия продукции техническому регламенту, документам по стандартизации, условиям договоров. Очки для защиты от лазерного излучения должны отвечать требованиям национального стандарта Российской Федерации ГОСТ Р 12.4.254-2010 (ЕН 207:1998 + А1:2002), в котором содержатся общие технические требования и методы испытаний. Очки, применяемые при юстировке лазеров должны соответствовать требованиям межгосударственного стандарта ГОСТ EN 208-2014.

Основными параметрами очков для защиты от лазерного излучения являются оптическая плотность и устойчивость к лазерному излучению. Оптическая плотность – величина, равная отношению падающего на испытуемый светофильтр потока излучения к прошедшему либо отразившемуся, измерение которой осуществляется при помощи спектрофотометра.

Оптическая плотность не учитывает степень защиты материала от разрушения, этот параметр зависит от величины плотности мощности или энергии и длины волны, испускаемой лазером. Материалы могут иметь высокие значения оптической плотности, но имея низкий уровень защиты, будут повреждены в случае прямого лазерного облучения.

Защитные очки при воздействии на них лазерного излучения с длительностью импульса не менее 10 с и числом импульсов 100 не должны терять своего защитного действия и проявлять индуцированное пропускание. Со стороны светофильтра, обращенной к глазу, под воздействием лазерного излучения не должны отделяться осколки. Пока

обеспечивается защитное действие, плавление или повреждение поверхности не считают негативными факторами.

Величина плотности мощности или энергии, необходимого для проведения испытания средства защиты подбирается по таблице, исходя из степени защиты, диапазона длин волн и типа лазера, указанных в маркировке на самих очках.

Таблица. Степени защиты светофильтров защитных очков от лазерного излучения

Степень защиты (условное обозначение)	Максимальный спектральный коэффициент пропускания при длинах волн лазерного излучения $\tau_{\lambda, \text{макс}}$	Плотность мощности E или энергии W для испытания защитного действия и устойчивости к лазерному излучению в диапазоне длин волн								
		180–315 нм			315–1400 нм			1400 нм–1000 мкм		
		Для условий испытания/длительность импульса в секундах								
		D более $3 \cdot 10^4$	I, R от 10^{-9} до $3 \cdot 10^4$	M менее 10^{-9}	D более $5 \cdot 10^{-4}$	I, R от 10^{-9} до $5 \cdot 10^{-4}$	M менее 10^{-9}	D более 0,1	I, R от 10^{-9} до 0,1	M менее 10^{-9}
		$E_D,$ Вт/м ²	$W_{I,R},$ Дж/м ²	$E_M,$ Вт/м ²	$E_D,$ Вт/м ²	$W_{I,R},$ Дж/м ²	$W_M,$ Дж/м ²	$E_D,$ Вт/м ²	$W_{I,R},$ Дж/м ²	$E_M,$ Вт/м ²
L1	10^{-1}	0,01	$3 \cdot 10^2$	$3 \cdot 10^{11}$	10^2	0,05	$1,5 \cdot 10^{-3}$	10^4	10^3	10^{12}
L2	10^{-2}	0,1	$3 \cdot 10^3$	$3 \cdot 10^{12}$	10^3	0,5	$1,5 \cdot 10^{-2}$	10^5	10^4	10^{13}
L3	10^{-3}	1	$3 \cdot 10^4$	$3 \cdot 10^{13}$	10^4	5	0,15	10^6	10^5	10^{14}
L4	10^{-4}	10	$3 \cdot 10^5$	$3 \cdot 10^{14}$	10^5	50	1,5	10^7	10^6	10^{15}
L5	10^{-5}	100	$3 \cdot 10^6$	$3 \cdot 10^{15}$	10^6	$5 \cdot 10^2$	15	10^8	10^7	10^{16}
L6	10^{-6}	10^3	$3 \cdot 10^7$	$3 \cdot 10^{16}$	10^7	$5 \cdot 10^3$	$1,5 \cdot 10^2$	10^9	10^8	10^{17}
L7	10^{-7}	10^4	$3 \cdot 10^8$	$3 \cdot 10^{17}$	10^8	$5 \cdot 10^4$	$1,5 \cdot 10^3$	10^{10}	11^9	10^{18}
L8	10^{-8}	10^5	$3 \cdot 10^9$	$3 \cdot 10^{18}$	11^9	$5 \cdot 10^5$	$1,5 \cdot 10^4$	10^{11}	10^{10}	10^{19}
L9	10^{-9}	10^6	$3 \cdot 10^{10}$	$3 \cdot 10^{19}$	10^{10}	$5 \cdot 10^6$	$1,5 \cdot 10^5$	10^{12}	10^{11}	10^{20}
L10	10^{-10}	10^7	$3 \cdot 10^{11}$	$3 \cdot 10^{20}$	10^{11}	$5 \cdot 10^7$	$1,5 \cdot 10^6$	10^{13}	10^{12}	10^{21}

Вариантов соотношения всех величин достаточно много. По этой причине финансово не выгодно приобретение всех лазеров, отвечающих требуемым значениям плотности мощности или энергии во всем диапазоне длин волн, в силу высокой стоимости лазерной техники, несмотря на растущую потребность в качественных средствах индивидуальной защиты глаз от лазерного излучения.

Так как параметр устойчивости очков к лазерному излучению является одним из основных, очки, не испытываемые по этому показателю, не могут пройти процедуру подтверждения соответствия.

Согласно российскому законодательству, испытательная лаборатория должна быть оснащена оборудованием, необходимым для проведения испытания, на праве собственности. В исключительных случаях можно использовать на договорной основе оборудование, не принадлежащее лаборатории, при условии, что это оборудование аттестовано, а средства измерений поверены в установленном порядке.

По последним данным ни одна лаборатория в России не проводит вышеупомянутого испытания, следовательно, данный случай можно считать исключительным. Таким образом, лаборатория может проводить испытания по устойчивости очков защитных к лазерному излучению с применением аттестованного

оборудования, а именно лазеров, принадлежащих сторонним организациям, тем самым получая возможность проведения испытаний на лазере любого типа с параметрами работы, отвечающим требованиям таблицы, не приобретая все необходимые установки в собственность.

На данный момент испытательной лабораторией средств индивидуальной защиты ООО «МОНИТОРИНГ» ведутся работы по практическому проведению вышеописанной процедуры. В ближайшее время будут проведены первые испытания по измерению устойчивости очков защитных к лазерному излучению.

Литература

1. Ишанин Г.Г., Козлов В.В. Источники оптического излучения: учебное пособие для студентов оптических специальностей вузов. – СПб.: Политехника, 2009. – 415 с.
2. Защита глаз от лазерного излучения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.laserportal.ru/content_542, своб.
ГОСТ Р 12.4.254-2010. Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты глаз. Очки для защиты от лазерного излучения. Общие технические требования и методы. – Введен 30.11.2010. – М.: Стандартинформ, 2011. – 23 с.



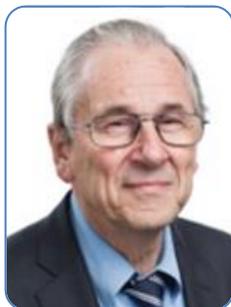
Булочникова Татьяна Александровна

Год рождения: 1995

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
группа № А4132

Направление подготовки: 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие
процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

e-mail: Bulochnikova.tatyana95@mail.ru



Рахманов Юрий Алексеевич

Год рождения: 1941

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
к.т.н., доцент

e-mail: rahmanovua2010@gmail.com

УДК 672.715.36

ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИИ ПО ОБРАБОТКЕ МЕТАЛЛОВ

Булочникова Т.А., Рахманов Ю.А.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Рахманов Ю.А.

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615877 «Исследование и разработка финансовых, эколого-экономических и организационных методов и инструментов трансфера инновационных технологий в условиях устойчивого развития».

На предприятиях легкой промышленности, доля которых в общей структуре промышленного производства в России в настоящее время составляет 0,3%, одной из актуальных проблем при обработке металлов является очистка сточных вод и последующая утилизация шлама. В сточных водах, образующихся на очистных сооружениях предприятия, содержатся дорогостоящие масла и металлическая пыль, которые приводят к значительным экономическим потерям.

Ключевые слова: ресурсосбережение, сточные воды, обработка металлов, легкая промышленность, утилизация шлама.

Вместе со сточными водами в поверхностные водные объекты Российской Федерации ежегодно поступает около 11 млн т. загрязняющих веществ. На долю промышленности приходится 25% общего объема сброса загрязненных сточных вод [1].

В настоящей работе в качестве объекта исследования рассмотрено предприятие легкой промышленности по выпуску товаров народного потребления из нержавеющей стали. К основным загрязняющим веществам, содержащимся в большинстве промышленных сточных вод, относятся взвешенные вещества, масла и нефтепродукты, ионы тяжелых металлов, а также органические загрязнения, характеризующиеся показателем БПК (биологическое потребление кислорода), и химические загрязнения, характеризующиеся показателем ХПК (химическое потребление кислорода).

В связи с этим актуальность повышения ресурсной эффективности предприятия путем извлечения ценных компонентов из сточных вод до очистки, исключения попадания масел и использования очищенной воды в обороте для предотвращения загрязнения не вызывает сомнения.

Проблема предприятия заключается в загрязнении сточных вод маслами вследствие процессов термоочистки и термообработки лезвий. Причиной образования экологической проблемы является промывка лезвий с целью очистки от масел, которые попадают при прохождении продукта через оборудования, смазываемые и охлаждаемые жидкостью, которым является масло марки Mobil Vacmul O3D. В табл. 1 приведены характеристики масла.

Таблица 1. Характеристики масла Vacmul O3D

Наименование	Значение
Вязкость, при $t=40^{\circ}\text{C}$, $\text{мм}^2/\text{с}$	4,8–8,0
Точка возгорания, $^{\circ}\text{C}$	126
Проба на медную пластинку, спустя 3 ч при $t=100^{\circ}\text{C}$	2А

В качестве ресурсосберегающих мероприятий были выбраны: брикетирование маслосодержащего шлифовального шлама типа ВР-80 ус 200 и введение оборотной системы водоснабжения для процессов термоочистки и термообработки лезвий.

В результате процесса брикетирования происходит прессование образовавшегося шлама (маслосодержащий шлифовальный шлам (код по ФККО 3 61 222 03 39 3), класс опасности III), извлечение из него до 90% масла, возвращение его в использование, и создание брикетов из металлической стружки для дальнейшей продажи [1]. Установка оборотной системы водоснабжения с промежуточной очисткой на стадии заточки лезвий приведет к снижению водопотребления и водоотведения. На рисунке представлена принципиальная схема оборотной системы водоснабжения и брикетирования шлама.

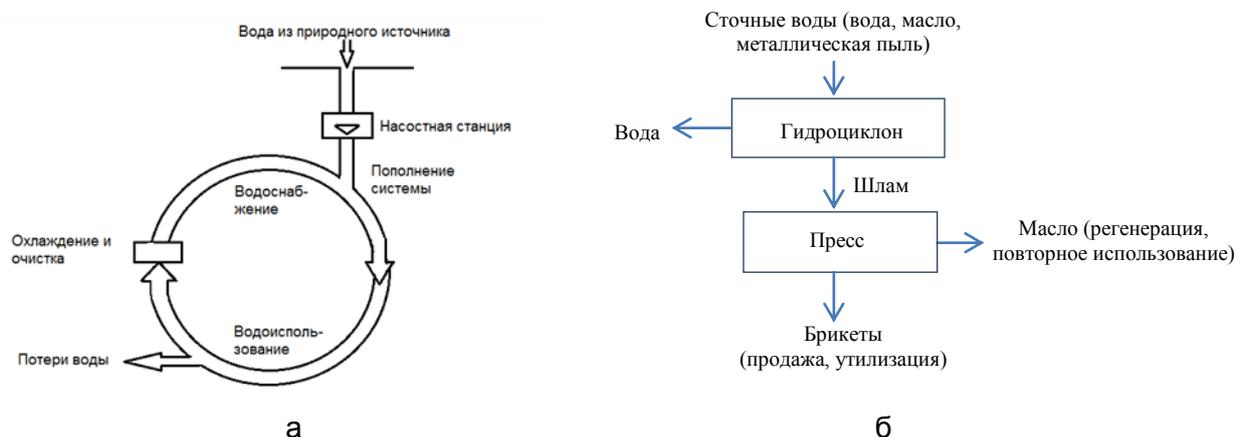


Рисунок. Принципиальная схема оборотного водоснабжения (а) и брикетирования шлама (б)

Для внедрения оборотной системы водоснабжения на данном предприятии был изучен опыт аналогичных предприятий легкой промышленности, расположенных в других городах и странах. Различия между вариантами заключались в стадии очистки. В первом случае для очистки сточных вод, образованных в результате процесса обработки металла, использовался фильтр и напорный флотатор ФФУ-4М (Россия). Во втором случае для очистки сточных вод использовался фильтр с гидроциклоном х45-33 (Россия).

После проведенного анализа в качестве оборудования для очистки воды был выбран вариант № 2 (Оборотная система водоснабжения с гидроциклоном х45-33), так как он дешевле по себестоимости, требует меньше эксплуатационных затрат [2].

На основе проведенных анализов инвестиционных проектов были получены результаты, указанные в табл. 2.

Таблица 2. Экономическая оценка проектов

Наименование статей экономии (или затрат)	Экономия			
	Оборотная система водоснабжения с гидроциклоном х45-33		Брикетирование ВР-80 ус 200	
	Количество	Стоимость, тыс. руб.	Количество	Стоимость, тыс. руб.
Снижение потребления масла, кг			3,24	446,31
Продажа брикетов, кг			-90	3600,00
Потребление электроэнергии, кВт	-2102,4	-8,09	-19710	-75,883
Водопотребление, м ³	19710	473,04	-2190	-52,560
Водоотведение, м ³	20805	603,34		
Тех.обслуживание				-133,443
Эксплуатационные расходы		-97,41		3650,977
Чистая годовая экономия		Σ970,88		Σ3784,42

В работе были рассмотрены проблемы энерго- и ресурсосбережения на предприятии легкой промышленности по выпуску предметов народного потребления. Рассмотрена технология основного производства на предприятии и определены источники образования сточных вод. Разработаны мероприятия по повышению экологической эффективности производства: брикетирование шлама сточных вод, продажа брикетов и создание оборотной системы водоснабжения. Определен экономический эффект от внедрения данных мероприятий на основе методологии чистого производства.

Исключение попадания масло- и металлосодержащих отходов в сточные воды при брикетировании шлама. С учетом последующей продажи брикетов сумма чистой годовой экономии составит 3784,42 тыс. руб.

Создание оборотной системы водоснабжения за счет дополнительной установки гидроциклона х45-33 для доочистки сточных вод на выходе из существующей установки Весан 500. Сумма годовой экономии при этом составит 873,47 тыс. руб. [3, 4].

Литература

1. Справочник ЕС по наилучшим доступным технологиям «Европейская комиссия. Комплексное предупреждение и контроль загрязнений. Методологии оценки наилучших доступных технологий в аспектах их комплексного воздействия на окружающую среду и экономической целесообразности их внедрения. Июль 2006 г.» («European Commission. Integrated Pollution Prevention and Control. Reference Document on Economics and Cross-Media Effects. July 2006»).
2. ИТС 8-2015. Очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях. – Введен 01.07.2016. – М.: Бюро НДТ, 2015. – 116 с.
3. Данилович Д.А. Нормирование загрязняющих веществ в сточных водах абонентов централизованных систем водоотведения // Справочник эколога. – 2014. – № 1. – С. 23–37.
4. Экологически чистое производство: подходы, оценка, рекомендации. Учебно-методическое пособие / Под ред. Пегова С.А. и Солобоева И.С. – Екатеринбург: УФ ЦПРП, 2000. – 394 с.



Васильева Мария Сергеевна

Год рождения: 1994

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра графических технологий, группа № P4170

Направление подготовки: 09.04.02 – Информационные системы
и технологии

e-mail: vasilieva.kras@gmail.com



Меженин Александр Владимирович

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра графических технологий, к.т.н., доцент

e-mail: mejenin@mail.ru

УДК 004.94

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ СИГНАЛОВ BEACON В СРЕДЕ UNITY3D

Васильева М.С., Меженин А.В.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Меженин А.В.

В работе рассмотрены вопросы навигации внутри помещений (Indoor-навигация), способы реализации данной технологии. Рассмотрен расчет величины для оценки силы сигнала – RSSI. Создана имитационная модель, демонстрирующая силу распространения сигнала от маяков iBeacon, предназначенных для технологии Indoor-навигации.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, имитационная модель, Indoor-навигация, маяки iBeacon.

Одно из применений технологий, использующих API iBeacon, Altbeacon и Eddystone на базе Bluetooth LE – определение местоположения внутри помещений (Indoor – навигация), когда недоступны традиционные сервисы GPS-навигации [1]. Для

этого используются специальные устройства (маяки). Такие маяки периодически посылают пакеты установки соединения (advertising packets) с последующей передачей данных. В качестве приемников могут выступать различные мобильные устройства на платформе iOS или Android с соответствующими приложениями [2]. Для разработок и тестирования навигационных приложений в данной области, используются различные эмуляторы [3]. Авторами для этих целей предложено использовать виртуальную среду Unity 3D, в которой была разработана имитационная модель – уровень сигнала маяков, работающих по технологии Beacon.

Для устройств, работающих по стандартам Wi-Fi и Bluetooth 4.0, RSSI (Received Signal Strength Indicator) – полная мощность принимаемого приемником сигнала, основной параметр, позволяющий измерить расстояние от устройства до базовой станции или маяка [4]. Данный параметр измеряется приемником по логарифмической шкале в дБм (dBm, децибел относительно 1 милливатта). Для вычисления RSSI (за пределами ближней зоны передатчика) взята следующая формула [5–7]: $P_d = P_0 - 10 \cdot n \cdot \lg(d/d_0)$, где d – расстояние от устройства до передатчика, м; d_0 – расстояние от устройства до точки, на которой выполнялось измерение мощности сигнала P_0 устройства, м (выбранное единичное (калибровочное) расстояние, например, 1 м); P_0 – мощность сигнала устройства, измеренная на единичном расстоянии d_0 от устройства, дБм; n – коэффициент потерь мощности сигнала при распространении в среде, безразмерная величина (для воздуха $n=2$; увеличивается при наличии препятствий). Расчет производился для среднего устройства. У такого устройства мощность передачи по умолчанию устанавливается – 12 дБм. Из таблицы видно, что данной мощности соответствует радиус охвата 20 м, а значение RSSI для одного метра равно – 77 дБм [6].

Таблица. Доступные значения мощности передачи, дБм

TX Power	Decimal value	RSSI @ 1 м	Range (м)
0	–30 дБм	–115 дБм	2
1	–20 дБм	–84 дБм	4
2	–16 дБм	–81 дБм	10
3	–12 дБм	–77 дБм	20
4	–8 дБм	–72 дБм	30
5	–4 дБм	–69 дБм	40
6	0 дБм	–65 дБм	60
7	4 дБм	–59 дБм	70

Модель реализована в среде Unity3D версия 5. К созданному объекту Manager прикреплен скрипт, управляющий объектами на сцене.

В нем определяется расстояние (d) от приемника до источника с помощью результирующего вектора:

$(vect1 = \text{Vector3.Distance}(\text{beacon2.transform.position}, \text{reciever.transform.position}))$.

Затем это значение используется в рассмотренной формуле для нахождения RSSI, подставив в значение d .

$$P_d = P_0 - 10 \cdot n \cdot \lg(d/d_0).$$

Для нашего случая формула будет иметь следующий вид:

$$P_d = -77 - 20 \lg(d).$$

Значения, расстояния и RSSI выводим на экран с советующими единицами измерения.

Скрипты написаны на объектно-ориентированном языке программирования C#. На сцене представлены два источника (кубы) и приемник (сфера), а также значения

параметров расстояния и RSSI. С помощью окружностей отмечен примерный радиус распространения сигнала, равный 20 м (рисунок).

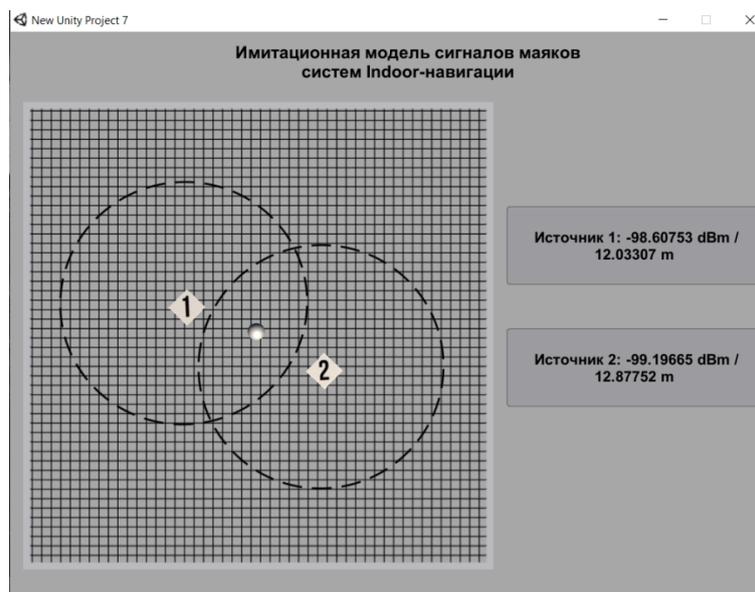


Рисунок. Определение координат приемника относительно маяков

В одном метре от источника значение RSSI равно -77 дБм. Чем оно меньше, тем хуже сигнал. Приемлемый сигнал для таких устройств от -60 дБм до -110 дБм, после чего сигнал пропадает.

Несмотря на то, что навигация внутри помещений – задача, стоящая перед крупными учреждениями, многие продолжают использовать классических методы для ее решения (карты, информационные киоски и т.д.). Имитационная модель может помочь наглядно показать, насколько точнее может осуществляться навигация по сравнению с традиционными сервисами определения местоположения (GPS, сигналы вышек сотовой связи и т.п.). В дальнейшем планируется продолжить работу и создать модель, описывающую воздействие препятствий, например, стен, на силу сигнала.

Литература

1. Извозчикова В.В., Ковалевский А.В., Меженин А.В. Построение систем внутренней навигации // Вопросы образования и науки: теор. и методические аспекты. – 2015. – С. 74–75.
2. Извозчикова В.В., Ковалевский А.В., Меженин А.В. Технологии и методы Indoor навигации // Материалы конференции «Перспективы развития современных математических и естественных наук». – 2015. – С. 100–103.
3. Меженин А.В. Виртуальные 3D среды как средство верификации и тестирования при проектировании // Приоритетные научные направления: от теории к практике. – 2016. – № 21. – С. 105–110.
4. Кульгин М. Детальный обзор технологии маячков Apple iBeacon & Google Eddystone [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://startup.today/article-detalnyj-obzor-technologii-mayachkov-apple-ibeacon-google-eddystone>, своб.
5. Концепция Physical web. Bluetooth маячки. Сравнение стандартов iBeacon, AltBeacon и Eddystone [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habrahabr.ru/post/278443/>, своб.
6. Transmission power, Range and RSSI [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://support.kontakt.io/hc/en-gb/articles/201621521>, своб.
7. RSSI and what does it mean for a WiFi network? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.metageek.com/training/resources/understanding-rssi.html>, своб.

**Васильков Сергей Дмитриевич**

Год рождения: 1982

Факультет систем управления и робототехники, кафедра технологии приборостроения, к.т.н., доцент

e-mail: sergey.vasilkov@corp.ifmo.ru

УДК 675.92.027.62; 658.562.3

ОСОБЕННОСТИ КОНТРОЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ В ЛИТЬЕВОЙ ФОРМЕ**Васильков С.Д.**

В работе рассмотрены некоторые особенности контроля технологических параметров в литьевой форме с применением датчиков давления и температуры применительно к переналаживаемой литьевой форме при изготовлении полимерных оптических изделий.

Ключевые слова: датчики давления, датчики температуры, литье под давлением, мониторинг оборудования, технологические параметры.

Изготовление высокоточных полимерных изделий по технологии литья под давлением тесно связано с необходимостью контроля технологических параметров, таких как скорость впрыска, давление выдержки и температура расплава. Устанавливаемые значения на литьевой машине не всегда совпадают с теми, которые могут быть в литьевой форме в различных частях литниковой системы. В связи с этим появляется необходимость мониторинга в режиме реального времени подобных параметров, используя специализированные датчики давления, силы и температуры.

Исследуемыми изделиями являются полимерные линзы (рис. 1), изготавливаемые с помощью переналаживаемой двугнездной литьевой формы (рис. 2) со сменными формообразующими деталями, что позволяет удешевить переход к изготовлению нового изделия.



Рис. 1. Примеры полимерных линз в виде отливок

Подключение к датчикам осуществляется через кабели, для которых предварительно были подготовлены отверстия и пазы в блоках литьевой формы (рис. 3) [1]. Электронный блок приема и передачи данных, к которому подводятся кабели, устанавливается на литьевой машине. К этому блоку подключается компьютер или специализированное оборудование для мониторинга полученных значений и зависимостей технологических параметров для дальнейшего анализа и оптимизации технологического процесса литья под давлением.

Существует готовые решения от компаний Kistler, Priamus, ME-Meßsysteme и других. Также могут применяться и универсальные электронные блоки, с помощью которых можно принимать данные с датчиков различных фирм [2]. Но они, как правило, являются разработками отдельных научных групп. Наиболее важными являются область впускного канала и область, наиболее удаленная от центрального литникового канала [3]. Это позволяет определять и при необходимости изменять как температуру расплава, так и давление выдержки. Рассматривая оптические изделия, нет возможности устанавливать датчики к оптической поверхности ввиду

появления дефектов. При этом в случае измерения температуры расплава, нельзя получить однозначное значение ввиду градиента температуры по сечению литниковых каналов [4], что связано с охлаждением расплава на границе с полостью металлической литейной формы.

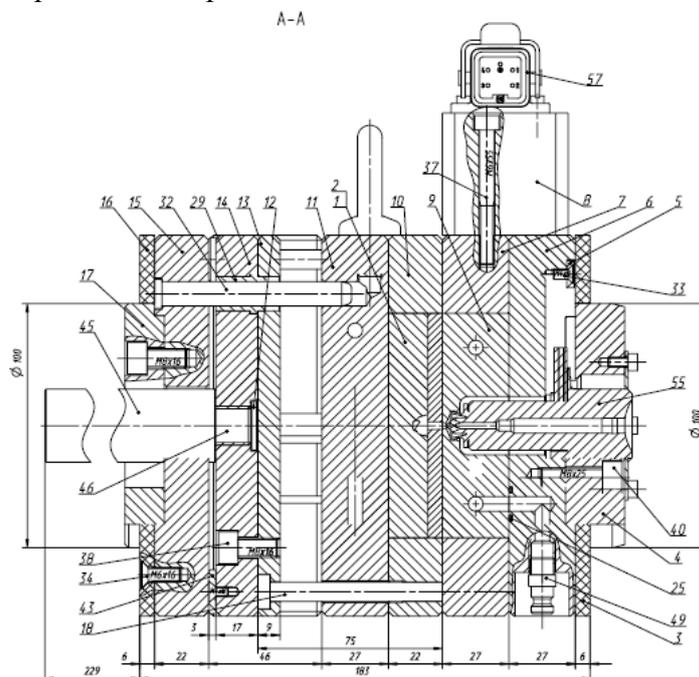


Рис. 2. Переналаживаемая литейная форма со сменными формообразующими деталями

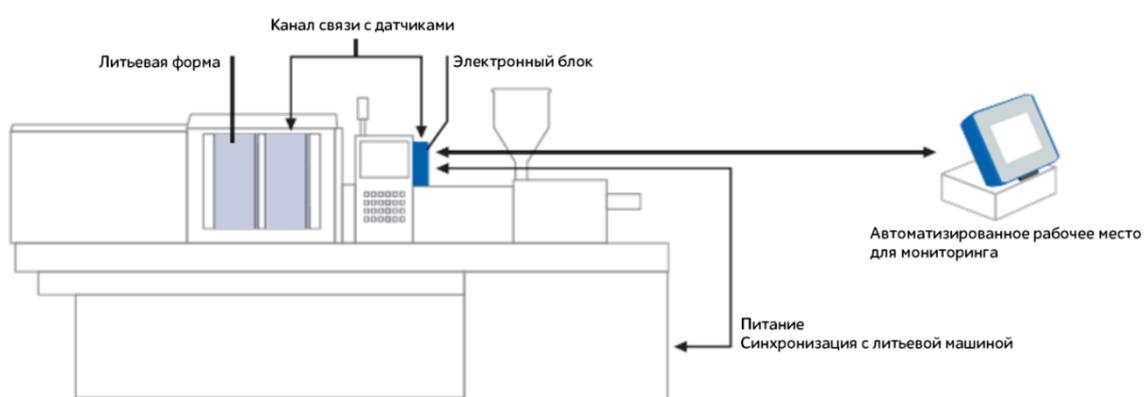


Рис. 3. Периферийное оборудование при подключении датчиков

Выбор и установка датчиков осуществляется на основе анализа конструкции литейной формы и геометрических размеров датчиков, а также с учетом расположения выталкивателей, каналов охлаждения и других частей литейной формы. Например, для рассматриваемой переналаживаемой литейной формы требуется применение датчиков с наименьшими габаритами (измерительная часть датчика диаметром 1–1,5 мм с общей длиной 30–40 мм) ввиду малой толщины формообразующих деталей (22 и 27 мм). При этом возникает необходимость доработки смежных блоков литейной формы. В случае использования дополнительных «знаков», устанавливаемых в формообразующую деталь, приходится дальше отступать от формообразующей полости. При недостаточном количестве датчиков, полости для них могут временно запираются, анализируя параметры только вокруг одной формообразующей полости.

В настоящей работе показаны особенности применения датчиков давления и температуры при анализе технологических режимов литья под давлением. Показаны некоторые решения применительно к переналаживаемой литейной форме.

Литература

1. Kistler CoMo Injection. Monitoring Injection Molding Processes. 500-459e-11.05: каталог Kistler, 2005. – 12 p.
2. Seul T., Wenzel A., Schneider M. Röstel P., Jahn R., Schlutter R. The Use of Embedded Diagnostic Systems in Injection Molds Benefits Mold-Makers and Users alike // Kunststoffe international. – 2015. – V. 11. – P. 17–21.
3. Барвинский И.А., Дувидзон В.Г. Технологии литья термопластов с газом [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.vassastroy.ru/pls/technology/gas-01.htm>, своб.
4. Барвинский И.А., Барвинская И.Е. Проблемы горячеканального литья под давлением деталей из термопластов: Управление температурой расплава в обогреваемых литниковых каналах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.barvinsky.ru/articles/art_044_temperature_in_hot_runners_mold.htm, своб.

**Васюнцева Юлия Евгеньевна**

Год рождения: 1994

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра графических технологий, группа № P4172Направление подготовки: 09.04.02 – Информационные системы
и технологии

e-mail: yulia_v94@mail.ru

**Локалов Владимир Анатольевич**

Год рождения: 1959

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра графических технологий, к.педагог.н., доцент

e-mail: lokalov@mail.ru

**Гельман Мария Ильинична**

Год рождения: 1991

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра графических технологий, ассистент

e-mail: mar-hell@inbox.ru

УДК 004.588

**ПРОБЛЕМА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ СИМУЛЯЦИЙ
ПРИ ОБУЧЕНИИ ФОТОСЪЕМКЕ****Васюнцева Ю.Е., Локалов В.А., Гельман М.И.****Научный руководитель – к.педагог.н., доцент Локалов В.А.**

Работа выполнена в рамках темы НИР «Разработка компьютерной модели и интерфейса программы для изучения технических основ фотосъемки».

В работе рассмотрены возможность и целесообразность применения компьютерной симуляции при изучении технических основ фотосъемки. Описываются существующие проблемы практического изучения технических основ фотосъемки и пути их решения с помощью приложений-симуляторов.

Ключевые слова: компьютерные симуляторы, фотосъемка, обучающее средство, интерфейс, приложение, взаимодействие, оптимизация.

Современный процесс обучения требует усвоения большого количества информации в сжатые сроки. Для оптимизации обучения все чаще применяются наглядные интерактивные средства, в том числе компьютерные тренажеры-симуляторы. По данным исследований [1] компьютерные симуляторы являются современным высокоэффективным средством, которое переводит процесс обучения из принудительной формы в творческую деятельность, что позволяет улучшить качество обучения и упростить его.

В настоящее время компьютерные симуляторы чаще всего применяются при обучении медицинским и военным специальностям [2]. Это обусловлено необходимостью работы со сложным дорогостоящим оборудованием в этих сферах, высокой ответственностью и риском при работе, а также возможностью с помощью неоднократного повторения закрепить важный навык. Когда проведение практических занятий с реальным оборудованием проблематично, симуляторы позволяют искусственно имитировать взаимодействие с минимальными затратами и риском [3]. Популярность компьютерных симуляторов растет и в других сферах, где деятельность людей непосредственно связана со сложными механизмами, приборами, устройствами.

Фотоаппарат и студийное оборудование являются устройствами, для изучения которых целесообразно использовать симуляторы и интерактивные средства. Это объясняется не только относительно высокой стоимостью указанного оборудования, но и необходимостью решения ряда проблем, которые возникают в процессе организации и проведения курса «Фотографические технологии», входящего в учебный план подготовки студентов, специализирующихся в области дизайна.

Этот курс рассчитан на один семестр. В нем предусмотрено выполнение большого количества практических работ, требующих взаимодействие с зеркальным фотоаппаратом, студийным светом, реквизитом и другим оборудованием. Современное фотооборудование является дорогостоящим, не каждый студент может его приобрести в личное пользование, а также работа с данным оборудованием требует много практических знаний. У людей, ранее не работавших с фотоаппаратом или не имеющих возможности практиковаться самостоятельно, могут возникнуть сложности при обучении, связанные с медленным формированием навыков взаимодействия с фотооборудованием. Применение интерактивных средств, которые позволяют изучить техническую сторону фотосъемки, выполнять упражнения для формирования навыков работы с фотооборудованием может ускорить данный процесс.

Однако существующие в настоящее время симуляторы фотосъемки мало подходят для обучения студентов, так как:

- плохо имитируют работу настоящего оборудования, из-за чего переход после них к реальной фотосъемке является также сложным и медленным;
- не реагируют на ошибки, возникающие при некорректной работе с оборудованием, и не комментируют эту работу, что может вызвать заучивание неправильных действий;
- не предоставляют достаточное количество информации для более углубленного изучения теоретических и практических основ работы с оборудованием, а также об основных параметрах и правилах фотосъемки.

Указанные недостатки убедительно демонстрирует приложение «Vokeh simulator & depth of field calculator» (рисунок) [4]. Большую часть рабочей области приложения

занимает изображение, изменяющееся при изменении параметров, представленных ползунками настроек. Данное приложение плохо имитирует работу фотоаппарата, так как все настройки выглядят однотипно и расположены рядом, из-за чего легко перепутать, какая за что отвечает. А также по приложению невозможно понять, как данные настройки представлены в фотоаппарате, что затрудняет переход к практике. Реакция приложения на результат и действия пользователя в нем отсутствует, есть только краткие описания параметров, открывающиеся при нажатии кнопок со знаком вопроса. Также «Vokeh simulator & depth of field calculator» не предоставляет возможности выбора уровней сложности и заданий для самостоятельного выполнения и проверки знаний. Оно не может применяться для обучения, так как просто демонстрирует схематично изменения результата в зависимости от настроек.

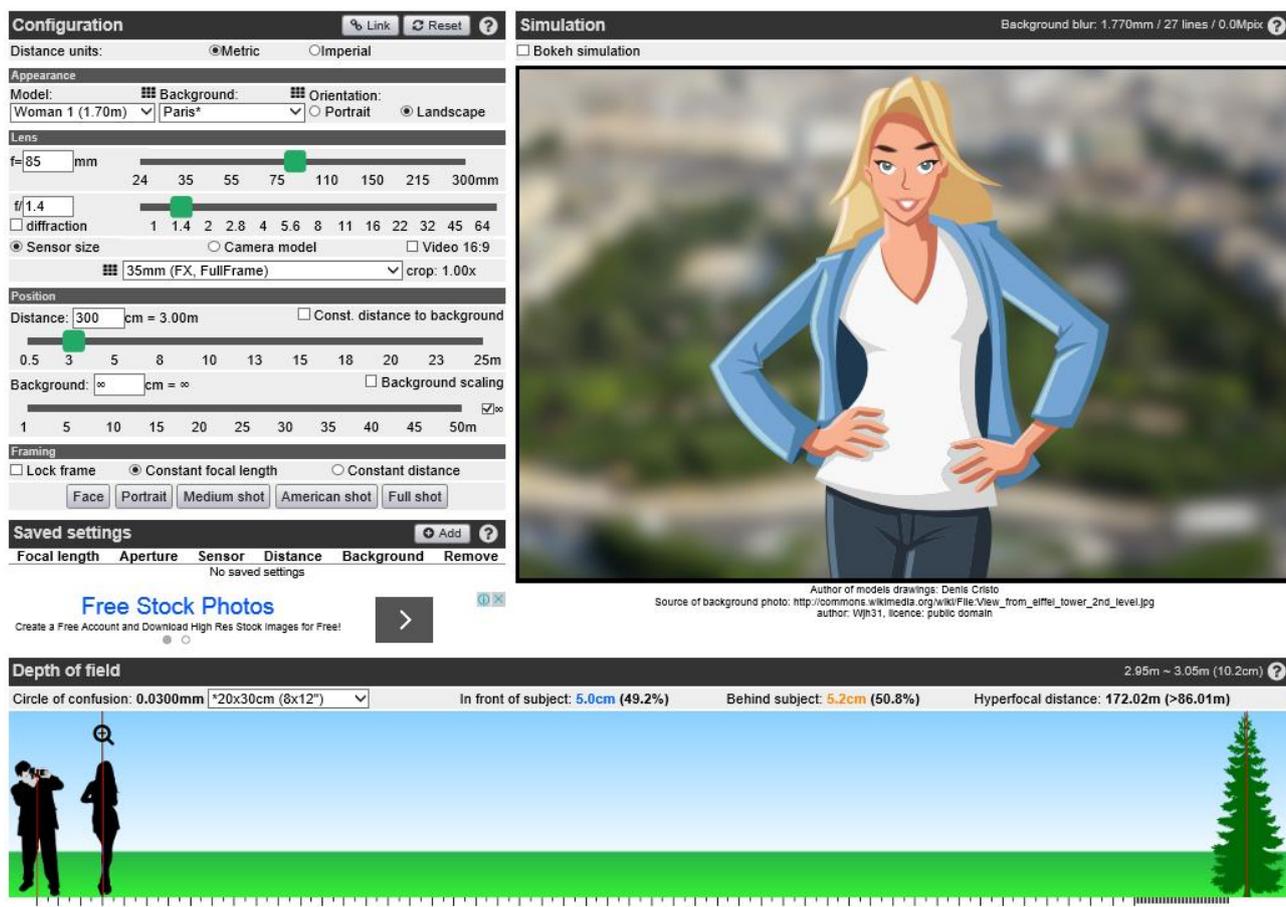


Рисунок. Экран приложения Vokeh simulator & depth of field calculator

Очевидно, что решение указанных проблем наиболее важно при изучении наиболее сложных моментов курса, к которым относятся:

- понимание обратной связи между техническими параметрами фотоаппарата и качественным результатом съемки. Как правило, студенты не достаточно понимают, как теоретические знания, полученные при обучении, применять на практике;
- понимание ГРИП – глубины резко изображаемого пространства. У студентов возникают сложности с пониманием того, в зависимости от каких параметров и как изменяется результат настройки ГРИП на фотоснимке, им сложно на практике учитывать все необходимые составляющие этой настройки;
- борьба с «шумами» на фотоснимке. Во время съемки, «шум» на фотографии сложно заметить, он проявляется при просмотре на экране компьютера и при печати, поэтому

распространенной ошибкой является использование таких значений параметров, при которых на фотоснимке образуются сильные «шумы»;

- понимание того, как свет влияет на светотеневой рисунок и освещенность кадра. Работа со студийным светом требует отдельного внимания, так как от направления света и его мощности зависит качество, гармоничность фотографии и даже композиция.

Для решения описанных выше проблем при разработке симулятора предлагается использовать следующие принципы:

- проектирование приложения должно быть выполнено на основе модели формирования практических навыков работы с фотооборудованием;
- порядок изучения функций должен соответствовать естественному порядку освоения работы с фотоаппаратом;
- интерфейс и функционал обучающих приложений должен предоставляться учащимся в порядке возрастания уровня сложности;
- в процессе работы с симулятором учащийся должен иметь возможность обратиться к подсказкам, ошибки работы с оборудованием должны отслеживаться и оцениваться;
- практические упражнения должны быть выстроены по нарастающей сложности для постепенного освоения практического материала;
- интерфейс симулятора должен обеспечивать обобщенную функциональность ряда технических реализаций, должна быть возможность перехода от абстрактного интерфейса к имитации реального фотооборудования;
- в обучающем средстве необходимо оптимально сочетать тренажеры и приложения для проверки практических и теоретических знаний.

В настоящее время проведена экспериментальная проверка ряда принципов. В частности, за основу исследования взяты разработки, сделанные в ходе работы. Реализовано приложение-симулятор, содержащее основной функционал для тренировки на практике работы с настройками фотоаппарата. Данное приложение демонстрирует изменения фотографии в зависимости от параметров приближенно к реальным изменениям. Его работа опирается на физико-математические законы фотосъемки и позволяет достаточно подробно проследить зависимость между настройками и результатом.

Как показала практика использования данного приложения в учебном процессе, оно действительно упрощает освоение некоторых тем, но требует дальнейшего совершенствования. Необходима модификация интерфейса для реализации различных уровней сложности и приближения работы с ним к работе с реальным фотоаппаратом, а также разделение функционала на несколько отдельных приложений и режимов, которые в сочетании с теоретическими подсказками обеспечат постепенное освоение материала. Проверка показала возможности и перспективы симуляторов работы с фотооборудованием, а также и их положительное влияние на качество процесса обучения.

Литература

1. Бологова А.А. Имитационные компьютерные модели как инновационная составляющая образовательного процесса вуза // Мир науки, культуры, образования. – 2013. – № 3. – С. 144–145.
2. Трухин А.В. Анализ существующих в РФ тренажерно-обучающих систем // Открытое и дистанционное образование. – 2008. – № 1(29). – С. 32–40.
3. Матлин А.О. Автоматизация процесса создания виртуальных тренажеров: автореф. дис. ... канд. тех. наук. – Волгоград, 2012.
4. Официальный сайт приложения Vokeh simulator & depth of field calculator [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dofsimulator.net/en/>, своб.

**Гаврилов Леонид Сергеевич**

Год рождения: 1993

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра графических технологий, группа № P4170Направление подготовки: 09.04.02 – Информационные системы
и технологии

e-mail: leonid9339@ya.ru

**Смолин Артем Александрович**

Год рождения: 1977

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра графических технологий, к.ф.н.

e-mail: artikus@inbox.ru

УДК 004.928

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ ВИРТУАЛЬНЫХ
РЕКОНСТРУКЦИЙ МАСШТАБНЫХ ИСТОРИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ****Гаврилов Л.С., Смолин А.А.****Научный руководитель – к.ф.н. Смолин А.А.**

В работе рассмотрено применение разных способов реализации толпы для использования в игровых движках с целью создания игровых сцен с большим количеством актеров. В результате работы были проанализированы способы создания и анимации толпы при помощи средств редактора трехмерной графики и игрового движка. Исследование проводилось по следующим критериям: создание толпы с использованием встроенных средств редактора, при помощи специальных плагинов, скриптинг в игровом движке, совмещение метода создания толпы в трехмерном редакторе и импортирование моделей в игровой движок.

Ключевые слова: 3D-моделирование, виртуальная реконструкция, симуляция толпы.

Введение. Симуляция толпы в настоящее время становится все более актуальной темой исследования. Подобные исследования дают возможность предсказывать различные ситуации поведения толпы, а также использование симуляции толпы в качестве виртуальной массовки и игровых сцен. Существует несколько способов создания виртуальной толпы: написание искусственного интеллекта в игровом движке или использование трехмерных редакторов, поддерживающих готовые средства симуляции и анимации толпы. Первый способ подразумевает использование языков программирования для игровой и интерактивной сцены, второй способ позволяет создавать толпу с использованием готовых интерактивных средств редактора для последующего видеомонтажа [1–4].

Цель работы – проведение сравнительного анализа средств симуляции толпы и выявление их сильных и слабых сторон для использования в реконструкции масштабных сражений в образовательной сфере, создание интерактивной виртуальной реконструкции масштабного исторического события на примере Полтавского сражения.

Задачи исследования:

1. разработать рабочий прототип реконструкции;
2. оптимизировать интерактивный проект для широкого использования на разных платформах;
3. дополнить контентом.

Первой частью анализа было формирование критерия к средствам, позволяющим реализовать симуляцию толпы, действующей по заданному алгоритму: системные требования программного обеспечения, возможность совмещения с другими редакторами.

Под эти критерии были выбраны редакторы: Blender-моделирование, анимация (плагин Crowd Master). В качестве игрового движка был выбран Unity3D (плагины Rain Ai, скрипт Basic Ai).

Blender:

- 32-bit dual core 2Ghz CPU with SSE2 support;
- 2 GB RAM;
- 24 bits 1280×768 display;
- Mouse or trackpad;
- OpenGL 2.1 compatible graphics with 512 MB RAM.

Unity3D:

- GPU DirectX 11, 1Gb RAM;
- CPU Quad core Intel или AMD;
- RAM 4Gb.

Unreal Engine:

- Windows 7/8 64-bit;
- Processor Quad-core Intel or AMD, 2.5 GHz or faster;
- Memory 8 GB RAM;
- Video Card/ DirectX 11 compatible graphics card.

Также существуют специализированные средства симуляции толпы для игрового кино, плагины для Autodesk Maya – Golaem, Miarmy и специальный 3D-пакет Houdini FX имеет встроенные средства симуляции толпы.

Данные инструменты позволяют быстро интерактивно создавать и анимировать толпу, но использование таких сцен в игровом движке довольно затруднительны, так как общий формат хранения 3D-моделей FBX, не поддерживает большого количества моделей с анимированными костями.

Для виртуальной реконструкции средствами редактора Blender разрабатывается модель солдата периода 1709 года. Моделирование осуществлялось средствами скульптинга и ретопологией самой модели, одежда моделировалась средствами Marvelous Desighner.

На рис. 1 представлена модель солдата Петровских времен для использования в виртуальной реконструкции Полтавской битвы.

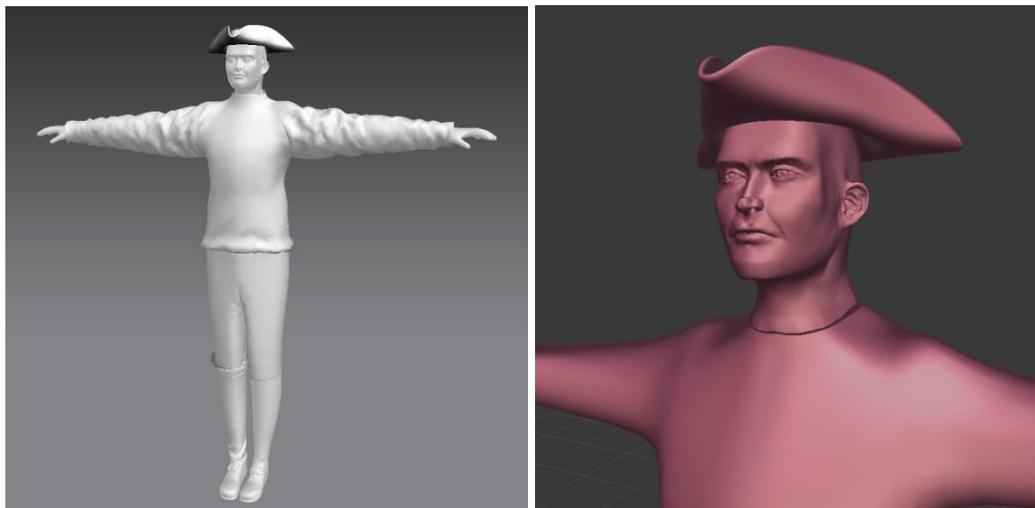


Рис. 1. Модель солдата для виртуальной реконструкции

Использование специализированных средств для создания и анимирования толпы больше нацелены на игровое кино, чем использования в интерактивных игровых движках.

В Unity3D встроенными средствами можно создать направляющие для игрового персонажа, и привязать скрипт с базовым искусственным интеллектом, который будет отслеживать проложенный путь. Персонажи, созданные таким образом, получают неорганизованными, и следовательно, для более организованной толпы требуется более сложный искусственный интеллект, для этого можно воспользоваться ассетом Rain Ai (рис. 2). Данный ассет позволяет создавать более сложные пути перемещения и настроить искусственный интеллект персонажа. Но создание многотысячной толпы немного затруднительно.

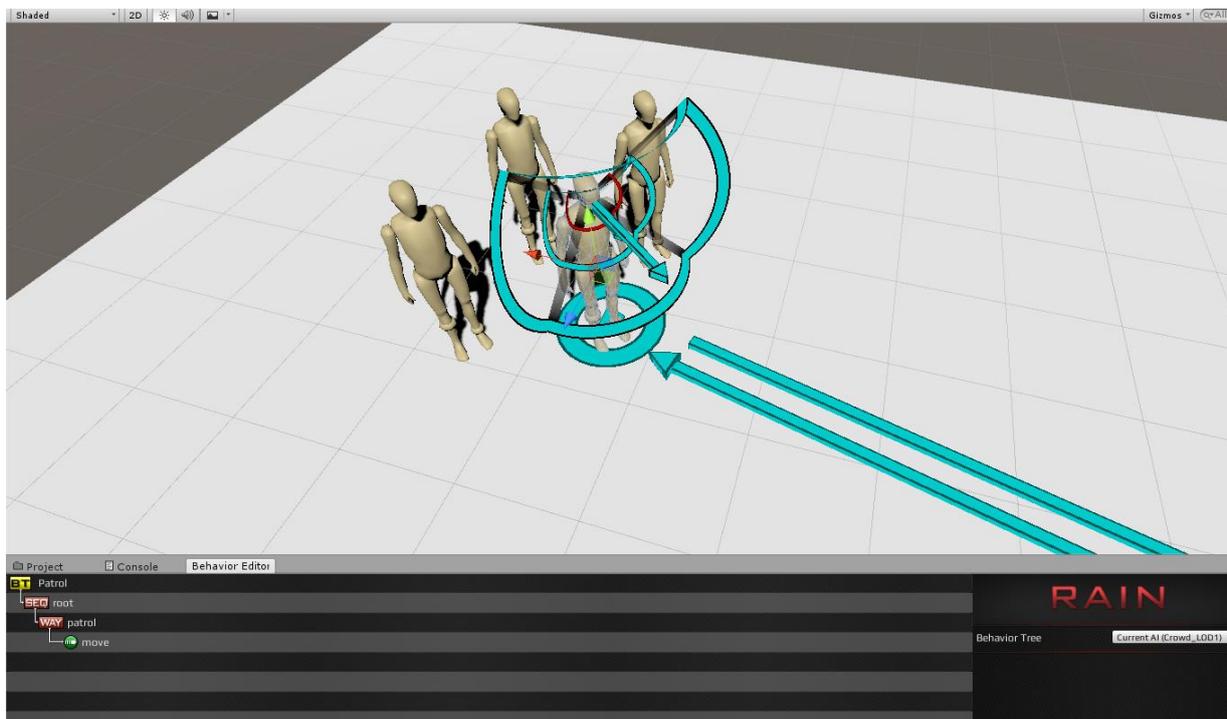


Рис. 2. Создание искусственного интеллекта при помощи Rain Ai

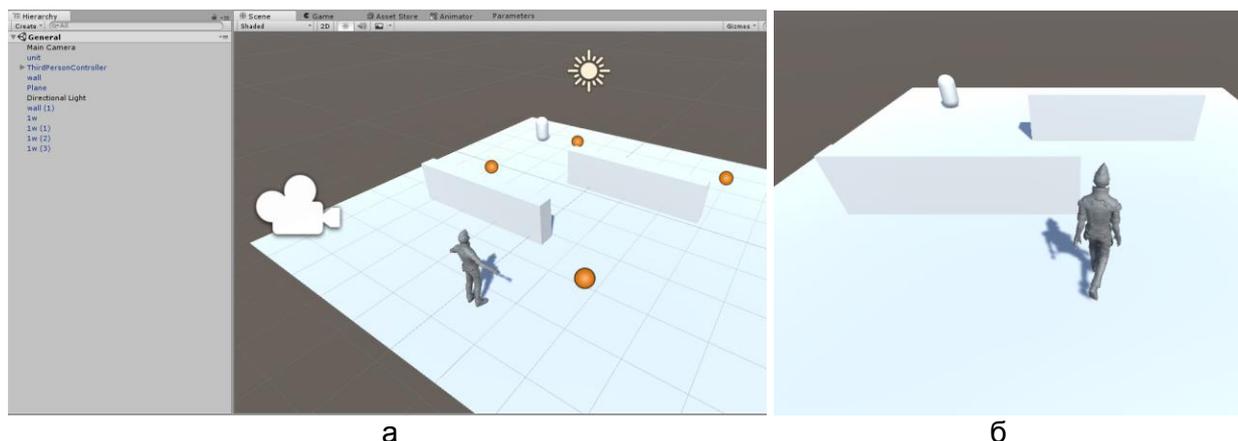


Рис. 3. Игровая сцена в Unity3D с расставленными путевыми направляющими для игрового персонажа с искусственным интеллектом Basic Ai (а); воспроизведение игровой сцены в Unity3D (б)

Игровой движок трехмерного редактора Blender Game Engine, позволяет создавать интерактивные игры при помощи средств визуального программирования и поддерживает все необходимые логические компоненты, а если нужно прописать что-то дополнительно (рис. 3), в Blender поддерживает программирование на языке Python API. Логика дерева узлов делится на три составляющие: sensors (сенсоры), controllers (контроллеры), actuators (приводы). Данная

структура наглядно отображает всю программируемую логику. Единственный минус игрового движка Blender это графика (рис. 4).

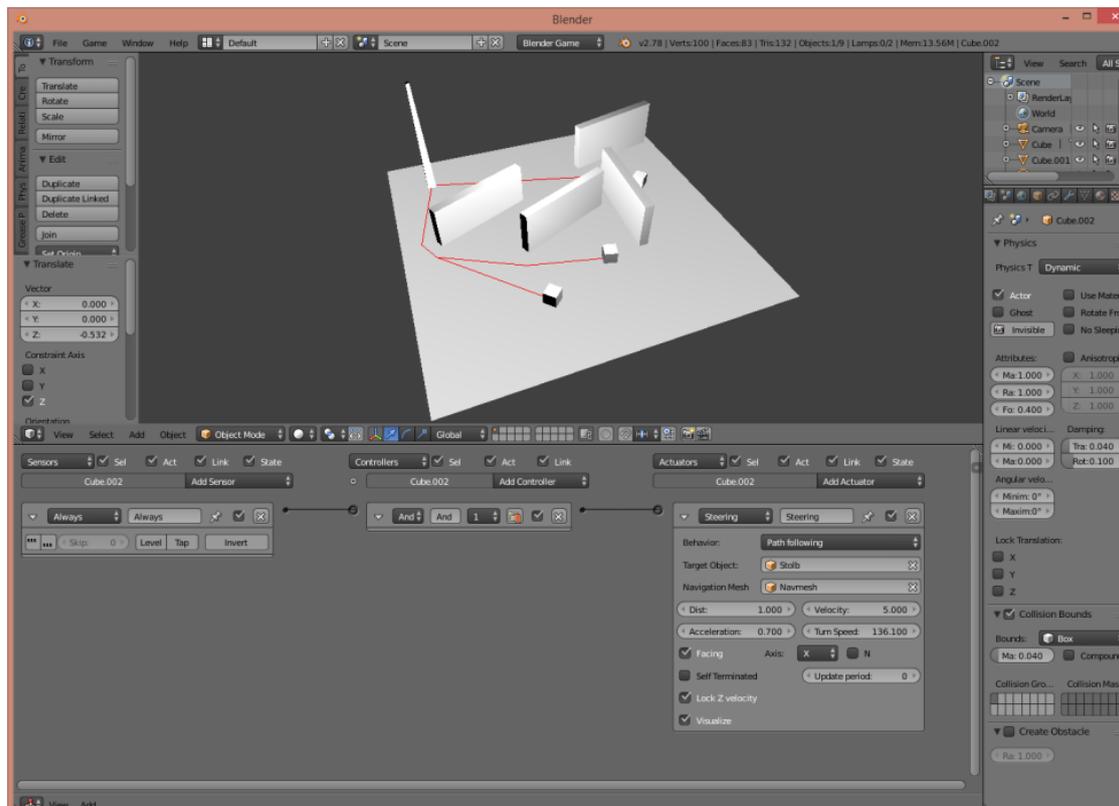


Рис. 4. Графика игрового движка Blender

Выводы. В результате сравнительного анализа рассматриваемых инструментов было выяснено, что в зависимости от поставленной задачи при помощи данных инструментов можно создать небольшую группу моделей с искусственным интеллектом, которые могли бы выполнять в игровой интерактивной сцене такие виды действий как: патрулирование, разведывательные действия и преследование.

Литература

1. Жеребятьев Д.И. Методы исторической реконструкции памятников истории и культуры России средствами трехмерного компьютерного моделирования: дис. ... канд. истор. наук. – М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2013. – 319 с.
2. Unreal Engine 4 Game Development Essentials. – Publisher: Packt Publishing. Release Date: February 2016. – 266 p.
3. Norton T. Learning C# by Developing Games with Unity 3D Beginner's Guide. – Published by Packt Publishing, 2013 UK. – 292 p.
4. Blender Game Engine Beginner's Guide. – Published by Packt Publishing, 2013. – 206 p.



Галка Екатерина Михайловна

Год рождения: 1994

Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем, группа № P4160

Направление подготовки: 11.04.03 – Конструирование и технология электронных средств

e-mail: Galka.skakalka94@gmail.com

**Бондаренко Игорь Борисович**

Год рождения: 1972

Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем, к.т.н., доцент

e-mail: ibbondarenko@corp.ifmo.ru

УДК 004.056.5

ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ БЕЗОПАСНОСТИ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ**Галка Е.М., Бондаренко И.Б.****Научный руководитель – к.т.н., доцент Бондаренко И.Б.**

В работе основной задачей являлся анализ существующих методов защиты персональных данных пользователя мобильных устройств от несанкционированного доступа со стороны злоумышленника и выявление слабых и сильных сторон известных методов.

Ключевые слова: безопасность мобильных устройств, угрозы, методы обеспечения конфиденциальности данных пользователя, биометрическая аутентификация, DLP-системы, политики безопасности.

В современных информационных телекоммуникационных системах важную роль играют мобильные системы связи. Современные смартфоны дают возможность пользователю использовать множество сервисов мобильных приложений, позволяющих совершать операции в финансовой, социальной, корпоративной и других средах. На сегодняшний день часть исследований в сфере компьютерной безопасности применима к мобильным устройствам. Многоядерные процессоры предоставляют достаточно ресурсов для криптографии, поддержки политик безопасности и реализации других требований безопасной архитектуры. Однако, несмотря на мощную систему безопасности, смартфоны могут быть подвержены вредоносным программам и вероятности утечки личных данных. Таким образом, обеспечение безопасности мобильных систем является актуальной задачей защиты пользовательской информации.

Пути и методы обеспечения безопасности устройств. Прежде, чем описать существующие способы защиты данных мобильных пользователей, рассмотрим возможные угрозы безопасности современного смартфона [1].

- Утечка данных, как следствие, кражи или потери устройства.
- Неумышленное раскрытие данных.
- Фишинговые атаки.
- Атаки шпионских программ.
- Использование спуфинга сети.

Следующим этапом рассмотрим существующие методы обеспечения конфиденциальности данных пользователя, согласно описанных выше угроз.

Биометрическая аутентификация. Начиная с версии операционной системы Android 4.1, появляется возможность разблокировки смартфона при помощи лица. Еще один популярный способ биометрической аутентификации – на основе отпечатков пальцев. Однако если учесть текущую степень осведомленности злоумышленников на данный момент, средства биометрической аутентификации требуют дополнительной защиты. Таким образом, следующим этапом становится разработка более защищенных методов использования биометрии пользователя.

1. Samsung Fingerprint Scan Data Security. Устройства от компании Samsung для защиты отпечатков используют достоверную среду выполнения (Trusted Execution Environment; TEE). Согласно документации [2], методология защиты построена следующим образом:
 - Сами отпечатки и биометрические данные нигде не хранятся. После сканирования создается хеш, который затем помещается в достоверную среду выполнения на базе архитектуры ARM;
 - сканер отпечатков и интерфейс находятся в TEE;
 - доступ к отпечаткам вне TEE получить нельзя;
 - доступ к аппаратной части сканера вне TEE получить нельзя;
 - физический доступ к сканеру имеет только TEE;
 - Trustlet предоставляет результаты сканирования и, возможно, ключ, созданный после успешного скана, но не информацию о сканировании.
2. Apple Touch ID Fingerprint Data Security. На iOS-устройствах представления отпечатков хранятся в Secure Enclave. Secure Enclave – это сопроцессор, который самостоятельно загружается, обновляется и имеет зашифрованную память с уникальным ключом, назначаемым во время изготовления. Secure Enclave обеспечивает безопасность хранения внутренней информации, даже в случае, если основное ядро скомпрометировано.

DLP-системы. Не менее важным аспектом в безопасности мобильных пользователей, является вопрос, связанный с корпоративным сегментом. Производители DLP-систем предлагают различные способы решения проблемы. Во-первых, можно применить ряд простых организационных мер:

- настроить DMZ-зону для неавторизованных устройств, к которым можно отнести все устройства, подключаемые по беспроводной сети. Простой принцип – что не разрешено, то запрещено;
- при использовании мобильных устройств запретить приложениям доступ по зашифрованным каналам из корпоративной сети;
- при удаленном доступе в корпоративную сеть настроить запрет простого «перетаскивания» объектов из интерфейса программы удаленного доступа на устройство сотрудника;
- отключить возможность скачивать вложения писем из корпоративной почты.

Очевидно, что данные ограничительные меры дадут иллюзию защищенности, но не помогут решить ряд проблем – доступ привилегированных пользователей (руководство), контроль пересылки вложений на личную почту сотрудников.

1. Специализированные решения Symantec DLP for Tablet. Решение работает через VPN и позволяет маршрутизировать трафик, генерируемый мобильным устройством. Решение позволяет мониторить исходящие сообщения и вложения электронной почты, отслеживать web-трафик и исходящую на сайты и в социальные сети информацию и удалять при этом из общего потока передаваемых данных конфиденциальную информацию.
2. McAfee Enterprise Mobility Management (McAfee EMM). McAfee EMM представляет собой систему, которая предустанавливает средства обеспечения безопасного доступа к установленным мобильным приложениям, обеспечивает защиту от вредоносных программ, строгую аутентификацию в корпоративных сервисах компании, масштабируемую архитектуру и функции формирования отчетности и инвентаризации парка мобильных устройств. Администрирование осуществляется с помощью собственных средств ОС. Некоторые возможности McAfee EMM [3]: Управление различными мобильными устройствами (Android, iOS, Blackberry, Windows Phone), управление конфигурацией ПО, принудительное использование паролей, частичная блокировка функционала, удаленная блокировка и стирание

данных, принудительное шифрование данных, возможность блокировки доступа к почте, возможности массовой рассылки сообщений, формирование ролей доступа к устройствам, сбор логов и другое.

Стоит отметить, что, несмотря на эффективность данных методов, средства DLP-систем потребляют достаточно много системных ресурсов, что в лучшем случае сильно замедлит работу устройства, а в худшем – сделает ее невозможной, ввиду ряда тормозящих факторов развития DLP-систем:

- большое разнообразие устройств и программного обеспечения (ПО);
- быстрая эволюция устройств;
- использование приложений в личных целях;
- потеря корпоративной информации.

Заключение. На основе проведенного анализа следует отметить, что вопрос безопасности мобильных устройств касается как частных лиц, так и корпоративных пользователей. А использование собственных устройств сотрудника в рабочих целях становится все популярнее, и это может приносить дополнительные риски.

Таким образом, следует выделить основные политики безопасности, касающиеся корпоративных мобильных устройств:

- блокирование вредоносных программ и веб-сайтов для защиты от угроз, ссылаясь на проверку репутации сайтов;
- отслеживание, блокировка и регистрация входящих и исходящих звонков, SMS и MMS на основании пользовательской политики;
- учет устройств и отчетность для более полного контроля приложений, используемых на отдельных устройствах, в группах и в компании в целом;
- предоставление возможности сотрудникам ИТ-отдела блокировать использование на мобильных устройствах небезопасных функций, например, камер, Bluetooth и кардридеров для карт памяти SD;
- возможность запрещать или разрешать использование мобильных приложений на основе списков запрещенных и одобренных приложений;
- управление конкретными типами приложений с возможностью их блокирования на основе категорий;
- защита данных на потерянных и украденных устройствах с помощью функций дистанционного блокирования и удаления, выборочной очистки и поиска устройства.

Данные методы могут быть реализованы путем интеграции DLP-систем в мобильную среду предприятия. Однако для успешного внедрения подобных систем желательно использовать одну и ту же платформу (а лучше – одинаковые устройства) с установленным ПО корпоративного класса, которое можно конфигурировать и обновлять централизованно.

В вопросе частных пользователей, по-прежнему, самым действенным фактором в защите своего устройства, является личная бдительность пользователя. Что касается применимости DLP-систем для личного использования, ввиду специфики работы данного механизма, пока невозможно. Однако принцип работы DLP-систем оправдывает рентабельность использования VPN-соединения и для частных лиц. Так как специальные серверы дают множество преимуществ и позволяют сохранять важную информацию от посторонних глаз, что может существенно увеличить безопасность устройства.

Литература

1. Базовая модель угроз безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902330983>, своб.
2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://source.android.com/>, своб.
3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mcafee.com/>, своб.



Гибадуллин Ильсур Наилевич

Год рождения: 1993

Факультет систем управления и робототехники, кафедра технологии приборостроения, группа № P4277

Направление подготовки: 12.04.01 – Приборостроение

e-mail: gibadullinilсур@mail.ru

УДК 621.81.004.17: 620.191.355.001.5

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГРАФИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ ШЕРОХОВАТОСТИ

Гибадуллин И.Н.

Научный руководитель – д.т.н., профессор Валетов В.А.

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615863 «Научные основы создания цифрового производства в приборостроении».

В работе представлен метод контроля шероховатости поверхности, использующий в качестве графического критерия профиль поверхности. Показаны необходимые условия для сравнения двух профилей поверхностей. Представлены реализованный алгоритм сравнения профилей по тангенсам местного угла наклона профиля и результаты тестирования на реальной поверхности, с нанесенным на нее регулярным микрорельефом.

Ключевые слова: шероховатость поверхности, графические критерии, достоверность оценки шероховатости.

В семидесятых годах XX века В.А. Валетовым впервые был предложен новый метод оценки и контроля микрогеометрии поверхностей деталей, который был назван непараметрическим. Сущность метода заключается в использовании в качестве критериев оценки и контроля микрогеометрии поверхностей деталей графических изображений различных функций. В менее «ответственных» случаях – это могут быть графики опорных кривых (кривых Аббота) и функций распределения ординат или тангенсов углов наклона профилей, а для более точной оценки и контроля – графики плотности распределения ординат и тангенсов углов наклона профилей. Но наиболее точной оценки можно достичь, если в качестве критериев использовать графики самих профилей, так как наибольшей информацией о профиле обладает сама профилограмма [1, 2].

Методика контроля микрогеометрии, использующая в качестве критерия профили поверхностей, выглядит следующим образом. Исследователь выбирает реальную поверхность изделия (эталон), микрогеометрия которой была признана наилучшей из возможных в процессе испытаний для нужного функционального свойства, а соответствующий профиль этой микрогеометрии принимается в качестве эталона, с которым производится сравнение контролируемой серийной продукции. При этом для эталонного профиля предварительно задается поле допуска. Величина поля допуска выбирается в зависимости от назначения и ответственности поверхности контролируемого изделия [3].

Для оценки микрогеометрии поверхности ее сначала получают, производя измерение профиля поверхности с помощью специальных приборов – профилометров. Они работают по принципу ощупывания исследуемой поверхности алмазной иглой индукционного датчика. При протаскивании этой иглы по поверхности она повторяет все выступы и впадины, которые способна уловить. Полученный таким образом

профиль, как правило, сохраняется на компьютере в виде файла, описывающего профиль поверхности. Данный файл в общем случае будет содержать информацию об ординатах профиля и соответствующих им абсциссах, записанных с определенным шагом.

0,00000000	1,14001548
1,40000000	1,07151251
2,80000000	1,01395089
4,20000000	0,96933736
5,60000000	0,88011107
7,00000000	0,83030307
8,40000000	0,62913271
9,80000000	0,26917692
11,20000000	0,16626167
12,60000000	0,20383526

Рис. 1. Фрагмент файла, полученного с профилометра Hommel Tester T8000

Для сравнения контролируемого профиля с эталонным, согласно разработанной методике, необходимо выполнение трех условий:

- контролируемый профиль должен быть длиннее эталонного;
- сравниваемые профили должны быть отфильтрованы, для исключения из профиля таких факторов, как помехи, погрешность установки и волнистость;
- контролируемый и эталонный профили должны иметь равные шаги снятия точек по оси абсцисс.

Для быстрого, надежного и недорогого контроля микрогеометрии поверхностей при помощи сравнения их профилей авторами разработана программа для платформы .NET Framework 4.5 в среде разработки Microsoft Visual Studio 2015 Community на языке C#. Для отображения профилей исследуемых поверхностей используется ZedGraph версии 5.1.5.

Сравнение профилей производится по следующему алгоритму:

1. подсчитываются тангенсы местных углов наклона профилей в каждой точке для эталонного и контролируемого профиля. Результаты подсчета последовательно записываются в массивы для эталонного и контролируемого профилей;
2. для значений тангенсов местных углов наклона эталонного профиля определяется поле допуска;
3. совмещается первый элемент массива тангенсов эталона с первым элементом массива тангенсов контролируемого профиля;
4. подсчитывается, сколько значений тангенсов местных углов наклона контролируемого профиля попадают в поле допуска эталона;
5. записывается в отдельный массив позиция сравнения и процент «попаданий» контролируемого профиля в поле допуска эталона;
6. совмещается первый элемент массива тангенсов эталона со следующим элементом массива тангенсов контролируемого профиля;
7. повторяем пункты с 4 по 6, пока последний элемент массива тангенсов эталона не совпадет с последним элементом массива тангенсов контролируемого профиля;
8. выводим на экран список с позициями и соответствующими им процентами совпадений.

Результат сравнений для каждой позиции выводится на экран в виде выпадающего списка. Выбирая определенные позиции в этом списке, можно вывести на экран сравниваемые профили, расположенные в соответствии с выбранной позицией (рис. 2). Это позволяет оценить совпадения профилей на всей длине сравнения.

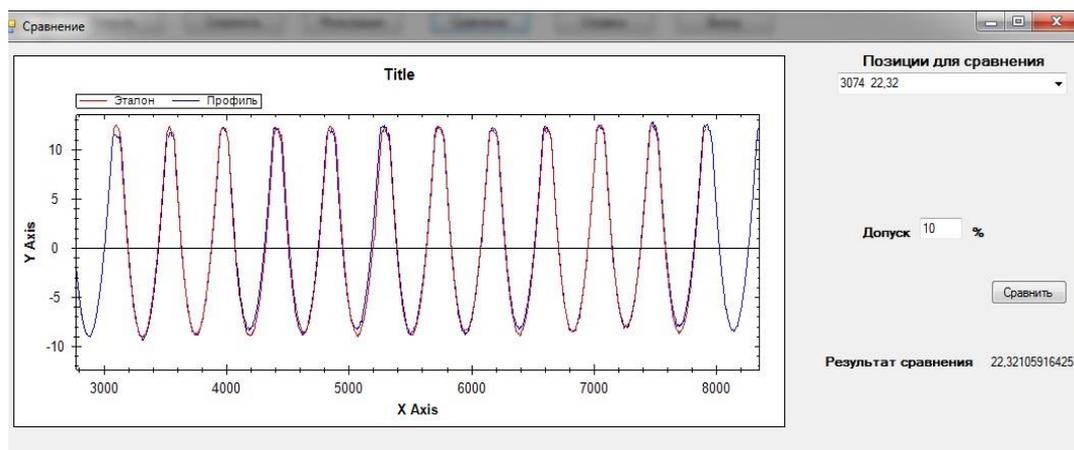


Рис. 2. Выводимый результат сравнения профилей

Для проверки применимости программы для сравнения реальных поверхностей, она была протестирована на реальной поверхности с нанесенным регулярным микрорельефом. Этот микрорельеф состоит из множества упорядоченных круглых «лунок», полученных накатыванием (рис. 3).

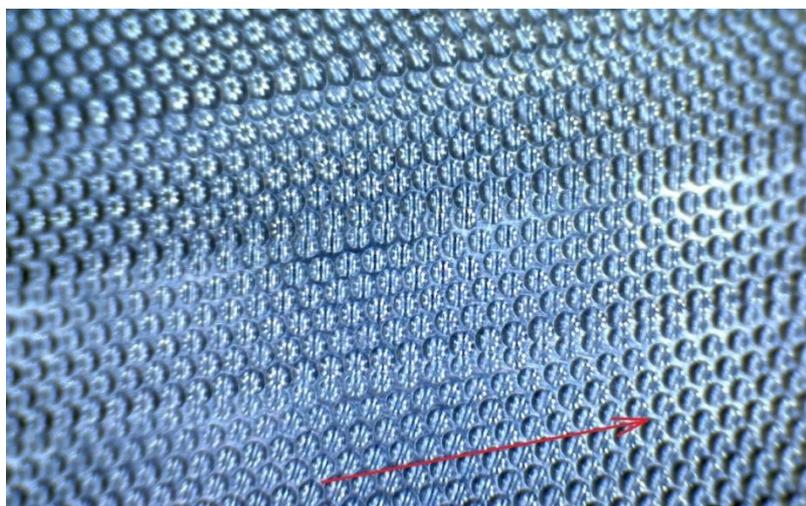


Рис. 3. Поверхность с нанесенным микрорельефом
(стрелкой показано направление обработки)

Профили с этой поверхности снимались вдоль следов обработки, по центру образованных «лунок», с двух соседних полос обработки, в области без перекрытия. С каждой полосы сняты профили по одной траектории с базовой длиной 4,8 и 15 мм.

В ходе тестирования было проведено 36 сравнений профилей между собой в различных комбинациях:

- в среднем при 10% допуске совпадение составляло 21–25%;
- при сравнении профилей снятых по одной траектории при 10% допуске процент совпадений увеличивался до 26,5–30%;
- при увеличении допуска в 2 раза (до 20%) – совпадение увеличивалось до 36–42%;
- при уменьшении допуска в 2 раза (до 5%) – совпадение уменьшалось до 11–14%.

В ходе тестирования была выявлена главная проблема при сравнении профилей – это способ задания допуска. На данный момент допуск задается как относительная величина (процент от значений тангенса местного угла наклона профиля). Но величина тангенса угла наклона для подавляющего большинства точек не превышает по модулю величины 0,05. Из этого получается, что величина поля допуска слишком мала и неравномерна на различных участках (чем меньше значение тангенса, тем меньше значение допуска, применяемое к

нему). Из этого следует, что либо необходимо разработать новый способ задания допуска, либо разработать новый способ сравнения профилей.

На данный момент принято решение о продолжении разработки программы сравнения профилей по ординатам профилей.

Литература

1. Валетов В.А., Иванов А.Ю. Микрогеометрия поверхностей деталей и их функциональные свойства // Изв. вузов. Приборостроение. – 2010. – Т. 53. – № 8. – С. 6–11.
2. Валетов В.А., Филимонова Е.А. Программа оценки и контроля шероховатости поверхностей деталей на основе их микротопографий // Технологии упрочнения, нанесения покрытий и ремонта: теория и практика: материалы 15-й Международной научно-практической конференции. – 2013. – Ч. 1. – С. 245–247.
3. Валетов В.А. Проблемы оптимизации микрогеометрии поверхностей деталей для обеспечения их конкретных функциональных свойств // Изв. вузов. Приборостроение. – 2015. – Т. 58. – № 4. – С. 250–267.



Горбачев Ярослав Георгиевич

Год рождения: 1986

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра вычислительной техники, аспирант

Направление подготовки: 09.06.01 – Информатика и вычислительная техника

e-mail: yaroslav-go@yandex.ru

УДК 004.2

ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ВЫЧИСЛЕНИЙ ЕСТЕСТВЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В РЕКОНФИГУРИРУЕМЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЯХ

Горбачев Я.Г.

Научный руководитель – д.т.н., профессор Платунов А.Е.

В работе рассматривается подход к созданию реконфигурируемых вычислительных систем с применением знаний из области естественных наук. Объяснено использование именно такого подхода, перечислены некоторые известные принципы естественных вычислений, перспективные с точки зрения использования в современной вычислительной технике, описано устройство предполагаемого реконфигурируемого вычислителя, и приведены методы оценки эффективности этого вычислителя.

Ключевые слова: акселератор, архитектура вычислительных систем, реконфигурируемая система, модели вычислений, оптимизация вычислительного процесса, распараллеливание программы, нейроморфные вычислители.

В современной вычислительной технике вообще, и в области встраиваемых вычислительных систем в частности, все более явно прослеживается потребность в реконфигурируемых системах – программируемых вычислителях, выигрывающих у микропроцессоров общего назначения по производительности, энергопотреблению, времени реакции на внешние воздействия, надежности, и т.д., и обеспечивающих более полное использование возможностей современных кристаллов. Но на данный момент нет единого видения относительно принципов организации подобных систем и обеспечивающей их создание и программирование инфраструктуры. Поиск принципов было решено произвести среди моделей вычислений естественного происхождения. Было сделано предположение, что в ходе эволюции

сохранились наиболее эффективные и устойчивые модели, и как минимум некоторые аспекты их функционирования можно использовать для организации реконфигурируемых вычислений, тем самым значительно сужая область для поиска в пространстве проектных решений и минуя долгий процесс отбора из всего многообразия доступных вариантов.

Вообще, модель вычислений – это набор правил, необходимых для построения или описания вычислительного процесса системы [1]. Однако понятие «вычислительный процесс» можно расширить и на наблюдаемые в природе процессы – а в некотором приближении это возможно практически для любого процесса, если считать за сами вычисления, например, перераспределение энергии в системе, за исходные данные – начальное состояние этой системы, за результат – положение устойчивого равновесия, к которому она стремится.

Наиболее характерными и легко наблюдаемыми примерами естественных вычислителей являются человеческий мозг и любой организованный коллектив людей, ориентированный на решение общей задачи. К естественным вычислениям также можно отнести естественный отбор в природе, формирование русла реки (поиск оптимальных, наименее затратных маршрутов для перемещения воды из точки с большей потенциальной энергией в точку с меньшей энергией), механизмы обучения социальных животных, и т.д.

В качестве яркого примера эффективности естественной модели вычислений можно привести человеческий мозг и новую кору головного мозга – неокортекс [2]. Различные области, например, лобные доли, которые, считается, отвечают за абстрактное мышление, и сенсорные зоны, отвечающие за обработку поступающей извне информации, не отличаются друг от друга, и в случае повреждений утраченные функции восстанавливаются. Известно, что у слепых те части коры, которые у обычных людей отвечают за обработку зрительной информации, перестраиваются под работу с тактильными данными. Также следует заметить, что такая задача, как распознавание изображения, в мозге производится менее чем за 100 элементарных «тактов» (распознавание и ответная реакция занимают 0,5 с, отправка сигнала активности, спайка, нейроном и возвращение его в исходное состояние – 5 мс). Подобное может быть достигнуто только при довольно высоком параллелизме вычислений.

Конечно, имеется множество попыток использования естественных моделей вычислений, в первую очередь мозга, в искусственных системах, в основном на основе нейронных сетей. Но в решении некоторых задач слишком подробные повторения мозговой деятельности – излишняя, необязательная сложность, и отдельные аспекты могут моделироваться гораздо более проще.

В естественной среде то, что можно условно причислить к «вычислительным процессам», относится к системам автоматического регулирования и направлено на снижение энергетических потерь. Русло реки образуется в направлении наименьшего сопротивления грунта, в ходе эволюции выживают те существа, которые наиболее оптимально используют кормовую базу, и так далее. Логическое мышление человека также направлено на поиск наиболее легких способов достижения целей.

Процесс поиска решения в естественной среде происходит путем «инициации» множества «попыток решения» и фиксации наиболее подходящих результатов. В том направлении, куда вода течет более активно, грунт вымывается быстрее; «неудачные» направления, наоборот, не используются; аналогично, в процессе эволюции вымирают менее приспособленные особи.

При накоплении достаточной «критической массы» для таких «попыток» могут образовываться достаточно сложные структуры, например – развитые органы зрения, впервые появившиеся у рептилий, и абстрактное мышление человека, которое было бы невозможно в неразвитом, небольшом мозге.

Но появление возможности обучаться у имеющих неокортекс существ привело и к инициации обратного процесса, когда некий уже существующий, когда-то сгенерированный алгоритм действий просто копируется. Таким образом, если изначально сложные структуры и решения образовывались как случайный результат подбора из множества вариантов, где новые решения «надстраивались» над успешными старыми (эволюция мозга), то данный подход является обратным. Есть некий алгоритм действий, который можно подсмотреть и скопировать в

свою память. Это происходит, например, когда особь обучается решению какой-то задачи, используя опыт другой особи. Логическое мышление позволяет обучаться целенаправленно.

В контексте таких моделей, как человеческий мозг или человеческий коллектив с централизованным управлением, этот процесс может выглядеть следующим образом. Начальник выдает подчиненным задачи, «выделяя» их из своего вычислительного процесса. Подчиненные обучаются, используя опыт вышестоящего по иерархии и более опытного сотрудника, и впоследствии решают задачи самостоятельно, если те не выходят за рамки их компетенции. Подобным образом происходит процесс обучения вождению: то, что требует изначально сосредоточения внимания и сознательных усилий, постепенно вытесняется в кору мозга и начинает выполняться бессознательно и даже одновременно (нажатие педали сцепления, переключение передач, и т.д.).

Описанные принципы хорошо ложатся на задачу создания специализированных вычислительных систем, когда есть заранее заданный последовательный алгоритм, и оптимизирующие блоки, в которые желательно «вытеснить» вычисления. Наиболее близким функционированию мозга является замена наиболее часто повторяющихся последовательностей паттернов, в которые входят и сами операции, и операнды, результатами их выполнения. При этом использование нейронных сетей в случае оптимизации произвольного вычислительного процесса является нецелесообразным, так как для сохранения его корректности должно выполняться условие точного совпадения оптимизированных инструкций и данных исходным. Эту задачу лучше выполняет ассоциативная память точного совпадения, хотя, конечно, при моделировании таких факторов, как предпочтение при поиске вариантов тех, которые использовались недавно или чаще всего, может оказаться более эффективным использование нелинейных и аналоговых вычислений.

Принцип имеет схожесть с архивированием данных по методу Лемпеля–Зива–Велча, с допущением, что процесс вычислений рассматривается как некие данные, а вычисления заменяются выборкой уже однажды рассчитанных и сохраненных результатов. Естественно, такой способ оптимизации тем эффективнее, чем меньше энтропия поступающих на вход «оптимизатора» паттернов, и требует большого объема памяти для сохранения всех рассчитанных результатов. При этом неоспоримым достоинством подхода является хоть сколь угодно глубокое «вложение» последовательностей элементарных действий и отсутствие необходимости дополнительного контроля зависимостей от рассчитанных на предыдущих этапах данных. Также данный способ позволяет выделить независимые последовательности из основного потока вычислений, способные самостоятельно обрабатывать внешние воздействия без привлечения основного вычислительного процесса.

Другой, более универсальный способ оптимизации, подразумевает анализ только операций и выделение их последовательностей, без учета используемых данных. В этом случае уже требуется отдельно проверять, используются ли в следующих операциях результаты, вычисленные в предыдущих. Если да, возможна конвейеризация при помощи реконфигурируемых блоков цепочек операций, последовательно обрабатывающих одни входные данные, или альтернативный подход, когда выделяются последовательности инструкций, наоборот, с независимыми данными, для полностью параллельного выполнения.

Успешность и эффективность естественных вычислителей позволяют надеяться, что предложенные подходы окажутся эффективными. Тем не менее, требуется оценка потенциальной эффективности и требований к ресурсам обоих вариантов акселераторов. Для этого необходимо посчитать количество повторяющихся последовательностей операций, которые могут быть выделены из алгоритма. Аналитическое вычисление этих значений видится излишне трудоемким, для первого варианта акселератора все вычисления проще сделать при помощи упрощенной модели процессора с профилированием для первого варианта акселератора, позволяющей отслеживать изменения данных в ходе вычислительного процесса. Для оценки характеристик второго варианта акселератора можно использовать простое сжатие бинарного файла по методу Лемпеля–Зива–Велча, с добавлением ограничений на используемые параметры.

В работе была проанализирована информация о процессах, схожих с вычислительными, которые существуют в природе. Были выделены некоторые полезные принципы, доступные для использования в реконфигурируемых вычислителях, и предложены варианты реализации таких вычислителей. Вычислительный процесс было предложено рассматривать как последовательность данных (либо инструкции, либо инструкции и конкретные значения используемых данных), а задачу оптимизации такого процесса было решено рассматривать как архивирование, что значительно упрощает задачу расчета эффективности. В дальнейшем предполагается произвести расчеты для точной оценки возможной эффективности предложенных методов оптимизации [3].

Литература

1. Быковский С.В., Горбачев Я.Г., Ключев А.О., Пенской А.В., Платунов А.Е. Сопряженное проектирование встраиваемых систем (Hardware/Software Co-Design). Часть 1. Учебное пособие. – СПб.: Университет ИТМО, 2016. – 108 с.
2. Welch T.A. A Technique for High Performance Data Compression // IEEE Computer. – 1984. – V. 17(6). – P. 8–19.
3. Hawkins J., George D. Hierarchical Temporal Memory Concepts, Theory, and Terminology [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www-edlab.cs.umass.edu/cs691jj/hawkins-and-george-2006.pdf>, своб.



Гулевич Никита Александрович

Год рождения: 1995

Факультет систем управления и робототехники, кафедра технологии приборостроения, группа № Р3475

Направление подготовки: 09.03.01 – Информатика и вычислительная техника

e-mail: gylevich76@gmail.com



Киприянов Кирилл Васильевич

Год рождения: 1987

Факультет систем управления и робототехники, кафедра технологии приборостроения, ассистент

e-mail: 142739@niuitmo.ru

УДК 004.457

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ЛИНИЕЙ НА ОСНОВЕ МНОГОАГЕНТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Гулевич Н.А.

Научный руководитель – ассистент Киприянов К.В.

В работе описано проектирование системы управления транспортной линией. Приведены компоненты транспортной линии, анализ платформ для разработки системы управления и расписаны задачи для создания проектной составляющей системы. Также приведены решения возможных проблем, которые могут возникнуть на транспортной линии.

Ключевые слова: транспортная линия, система управления.

Автоматизированная линия сборки микрообъективов является учебным полигоном для отработки перспективных решений в области организации производственных участков [1].

Состоит она из двух зон, которые состоят из определенных компонентов: склад, участки с роботами и транспортная линия. Для транспортной линии на одном из участков было решено разработать систему управления, используя многоагентные технологии. Также система должна быть включена в общую многоагентную систему «Зона измерения и комплектации». Но для того чтобы начинать разработку системы, надо создать теоретическую модель и выбрать необходимые компоненты. Были поставлены следующие задачи:

1. провести описание транспортной линии;
2. выбрать платформу для разработки многоагентной системы;
3. спроектировать систему управления транспортной линией на основе многоагентной системы:
 - разработать сценарий работы системы и выявить основные задачи агентов;
 - решить проблемы движения, по мере их возникновения.

Описание транспортной линии. Транспортная линия Montrac, компании Montech, представляет собой монорельсовую дорогу, по которой передвигаются шаттлы. Управление ведется при помощи компьютера, через который подаются команды на IRM-модули. IRM-модули реализуют отправку шаттлов, получают информацию со станций и датчиков, выполняют переключение транспортных стрелок на линии.

Выбор платформы для разработки системы. В ходе работы было выбрано три платформы: JADE, Smart-M3, Mas-DK.

Самой простой и универсальной для работы является платформа JADE. Она возможна к установке на мобильные устройства или среды с ограниченным ресурсом, но она также может быть интегрирована в сложные архитектуры. Из-за соответствия со спецификацией FIPA, агенты JADE могут функционировать с агентами со стороны.

Smart-M3 может создать более сложную информационную систему с отдельными интеллектуальными пространствами. Таким образом, устройство может содержать несколько информационных агентов, которые, в свою очередь, имеют доступ к общему информационному пространству через «посредника», что предоставляет собой безопасный и простой способ реализации.

В Mas-DK больше всего преобладают классы агентов. Агенты одного класса имеют общее описание в рамках заданной структуры, а общий набор сервисов помогает запускать внешние компоненты, что в сумме дает агентам возможность действовать во внешней среде.

Было решено разработать веб-сервер, работающий на Java, который будет отправлять команды на контрольное устройство. Оно, в свою очередь, будет передавать команды транспортной линии.

Проектирование системы управления. Для транспортной линии был разработан сценарий, по которому она должна работать. Имеется транспортная линия «Измерение-Комплектация», на которой располагаются четыре станции: станция «склад», две станции «измерение», станция «комплектация». Также на ней ездят 5 шаттлов. Каждый шаттл ожидает команды на отправку до станции, и находится там, если на это необходимость.

Так как шаттлы и станции не имеют своих программируемых устройств, поэтому основные алгоритмы решаются на компьютере или мобильном устройстве. Это приводит к следующему выводу, что многоагентная система является централизованной. Агенты находятся и взаимодействуют друг с другом в виртуальном пространстве, а команды отправляются на линию. Каждый шаттл и каждая станция являются агентом. Станция посылает заказы системе, система анализирует и отправляет заказы шаттлам, шаттлы выполняют заказ и высылают отчеты о своем состоянии и состоянии выполнения заказа.

Данная транспортная линия имеет один небольшой изъян, она не имеет ответвлений, с помощью которых мы можем либо отправить шаттлы по кратчайшему пути, либо отвезти в зону временной стоянки неиспользуемые шаттлы. Кроме того, движение шаттлов происходит по кругу, то будут присутствовать заторы, так как шаттл, стоящий на станции

будет блокировать путь другим шаттлам. Решение этой проблемы заключается во временных запросах. Шаттл по приезду на станцию запускает таймер на определенное время, и он не сдвинется пока время не истечет. Станция же может продлить это время, если на то необходимость.

Выводы и план дальнейшего развития. На данный момент выполнен следующий ряд задач: на транспортной линии подключены и запущены все необходимые компоненты, выбрана платформа для разработки системы, составлен сценарий работы системы, описаны действия, которые должен выполнять агент при выдаче ему команды.

В следующем этапе начинается разработка управляющей системы. Необходимо разработать небольшое программное обеспечение для связи транспортной линии и компьютера. Также будут прописаны команды для агентов, составлена база данных для хранения регистрационных данных агентов, разработаны пути предотвращения заторов на линии. По завершении работ планируется перенести программу мониторинга и управления системой на мобильное устройство, чтобы не быть привязанным к месту.

Литература

1. Падун Б.С., Латыев С.М. Интегрированная система автоматизации сборки микрообъективов // Изв. вузов. Приборостроение. – 2010. – Т. 53. – № 8. – С. 34–39.



Данг Нян Тхонг

Год рождения: 1990

Факультет систем управления и робототехники,
кафедра технологии приборостроения, аспирант
Направление подготовки: 15.06.01 – Машиностроение
e-mail: thongdragon.vn@mail.ru



Медунецкий Виктор Михайлович

Год рождения: 1957

Факультет систем управления и робототехники,
кафедра технологии приборостроения, д.т.н., профессор
e-mail: vm57med@yandex.ru

УДК 621.833; 691.175

ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЗУБЧАТЫХ ЗВЕНЬЕВ ПЕРЕДАЧ ДЛЯ МАЛОГАБАРИТНЫХ МЕХАНИЗМОВ

Данг Н.Т., Медунецкий В.М.

Научный руководитель – д.т.н., профессор Медунецкий В.М.

В работе рассмотрены области применения малогабаритных зубчатых передач, изготовленных из пластмасс и полимерных композиционных материалов. Приведен анализ существующих и перспективных технологий изготовления данных типов передач. Рассмотрены варианты решения задач повышения качества малогабаритных зубчатых передач, определена эффективность использования нестандартных зубчатых передач на практике путем компьютерного моделирования.

Ключевые слова: малогабаритные зубчатые передачи, технологии изготовления зубчатых передач, полимерные композиционные материалы, нестандартные зубчатые передачи.

В настоящее время применение зубчатых передач, в частности, из пластмасс и полимерных композиционных материалов является одним из направлений в современной робототехнике и в исполнительных механизмах приборов. Зубчатые передачи из пластмасс и композиционных материалов не только имеют значительно меньше вес и стоимость по сравнению с металлическими зубчатыми передачами, но и обладают способностью амортизировать удары при передаче переменных нагрузок и гасить механические вибрации и тем самым обеспечивать бесшумность работы передачи [1]. Благодаря этим качествам пластмассовые зубчатые колеса применяют в разных современных областях техники, особенно в мехатронике, робототехнике, в механизмах авиационной и космической техники. В качестве иллюстрации можно привести рис. 1 и 2.



Рис. 1. Зубчатые колеса в механических устройствах и в робототехнике [2]

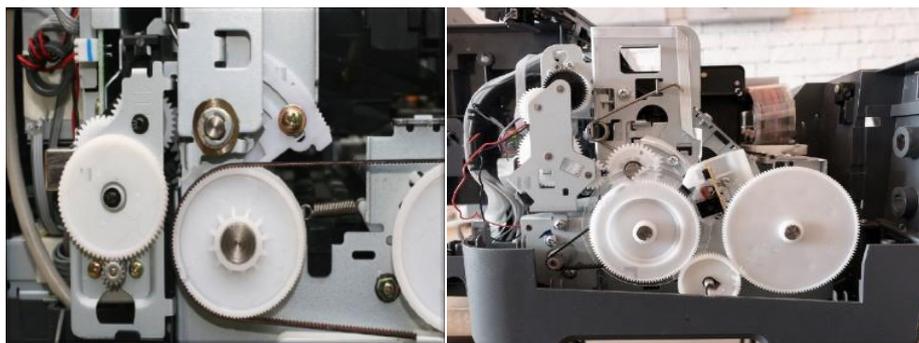


Рис. 2. Зубчатые колеса из пластмасс в конструкциях электроприводов [3]

Однако при ряде положительных свойств пластмассовые зубчатые передачи имеют и значительные недостатки. Основным недостатком зубчатых передач из пластмасс является их низкая нагрузочная способность, ограничиваемая прочностью зубьев на изгиб, выносливостью против выкрашивания и износостойкостью рабочих поверхностей зубьев. По этой причине для зубчатых передач из пластмасс допускаются примерно в 2–3 раза меньшие нагрузки, чем для стальных тех же размеров с соответствующей твердостью рабочих поверхностей.

В связи с этим возникла задача повысить нагрузочную способность и надежность зубчатых передач из пластических масс и полимерных композиционных материалов. Решение этой задачи формирует несколько подходов: армирование зубчатых венцов колес, использование специальных нестандартных зубчатых венцов.

Целью работы являлось определение эффективности использования нестандартных зубчатых передач из пластмасс и полимерных композиционных материалов для обеспечения их основных качественных показателей (нагрузочной способности и надежности), а также выявление основных перспективных технологий их изготовления.

Чтобы достичь указанной цели, необходимо решить следующие задачи:

- определить эффективность использования нестандартных зубчатых передач;
- выявить основные и новые технологии изготовления зубчатых передач.

Выявлено, что литье под давлением является преимущественным методом изготовления пластмассовых зубчатых колес [4, 5].

Анализ методов повышения качества зубчатых передач позволяет сделать вывод о том, что одним из предпочтительных вариантов улучшения зубчатых механизмов является использование нестандартных зубчатых колес. К нестандартным зубчатым колесам относятся:

- двухвенцовые зубчатые колеса;
- зубчатые колеса с несимметричными зубьями;
- конусно-клиновые зубчатые колеса;
- конусно-клиновые зубчатые колеса с упрочняющим торцевым диском [6].

Чтобы определить эффективность использования нестандартных зубчатых передач, в частности, прямозубых колес с торцевым диском, было проведено исследование их некоторых характеристик по работоспособности.

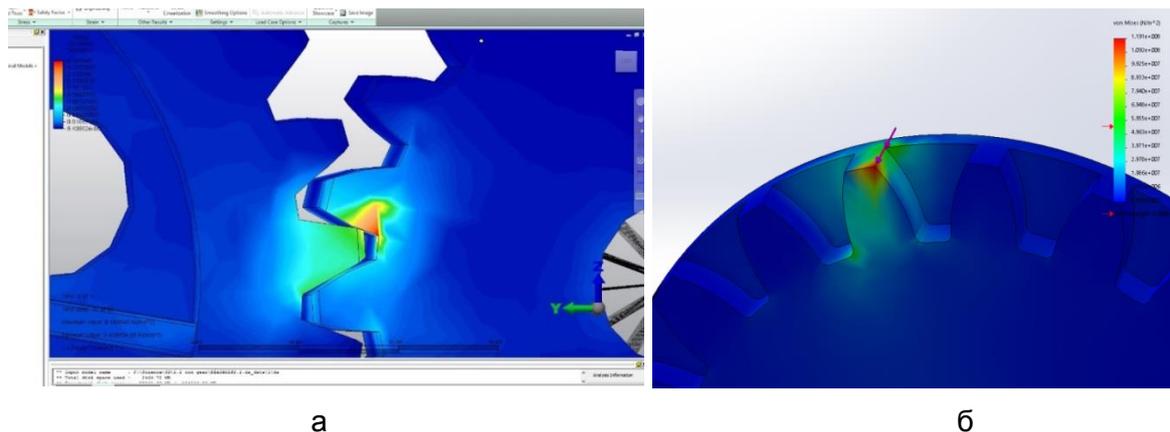


Рис. 3. Моделирование: зацепления зубчатых звеньев в Autodesk Simulation Mechanical 2017 (а); напряжения зубчатых звеньев (б)

В процессе исследования было выполнено компьютерное моделирование работы зубчатых звеньев в среде Autodesk Inventor 2017 и Autodesk Simulation Mechanical 2017 (рис. 3, а). Выполнен анализ вариантов конструкции зубчатых передач. Кроме этого, для уточнения напряжений в исследуемых моделях зубчатых звеньев проведено моделирование в среде Solidworks Simulation в различных вариантах.

Чтобы дать оценку применения новых материалов для зубчатых передач, было выполнено их моделирование из разных материалов: сталь 45 конструкционная, пластмасса полиацеталь POM-C, композитно-углеродистые волокна CFER (рис. 3, б).

В результате моделирования выявлено, что напряжения, возникающие в зубчатых передачах из пластмасс существенно меньше, чем напряжения в зубчатых передачах из стали.

На данный период исследования можно сделать следующие выводы:

- применение зубчатых передач из пластмасс и полимерных композиционных материалов в современной технике перспективно и задача повышения их качества целесообразна;
- использование нестандартных зубчатых передач из пластмасс позволило повысить их нагрузочную способность;
- нестандартные зубчатые колеса из пластмасс и полимерных композиционных материалов необходимо изготавливать методом литья.

Литература

1. Гузенков П.Г. Детали машин. – М.: Высш. школа, 1969. – 464 с.
2. Entertainment. Howstuffworks: How Rumble Robots Work [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://entertainment.howstuffworks.com/rumble-robot3.htm>, своб.
3. Конструкция. Микролифт Epson1800 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://konstruktsiia.videomeh.ru/VJlJfgoFkkU/mikrolift-epson1800/>, своб.
4. Валетов В.А., Бобцова С.В. Новые технологии в приборостроении. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2004. – 120 с.

5. Валетов В.А., Кузьмин Ю.П., Орлова А.А., Третьяков С.Д. Технология приборостроения. Учебное пособие. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2008. – 336 с.
6. Медунецкий В.М., Горбунов С.А. Вопросы изготовления малогабаритных зубчатых передач с нестандартными параметрами // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2007. – № 44. – С. 181–185.



Данилова Екатерина Михайловна

Год рождения: 1993

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра графических технологий, группа № P4272

Направление подготовки: 09.04.02 – Информационные системы
и технологии

e-mail: Danilova.em@yandex.ru



Балканский Андрей Александрович

Год рождения: 1983

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра графических технологий, ст. преподаватель

e-mail: abalkanskij@yandex.ru



Лавров Алексей Валерьевич

Год рождения: 1986

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра графических технологий, ст. преподаватель

e-mail: alelavrov@live.ru



Смолин Артем Александрович

Год рождения: 1977

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра графических технологий, к.ф.н.

e-mail: artikus@inbox.ru

УДК 004.514

ИССЛЕДОВАНИЕ ЮЗАБИЛИТИ ИНТЕРФЕЙСА ПЕРСОНАЛЬНОГО КАЛЕНДАРЯ СОТРУДНИКА

Данилова Е.М., Балканский А.А., Лавров А.В., Смолин А.А.

Научный руководитель – к.ф.н. Смолин А.А.

Работа выполнена в рамках темы НИР «Исследование юзабилити интерфейса Персонального календаря как системы протоколирования производственной активности».

В работе рассмотрено понятие Персонального календаря и его интерфейс с точки зрения его назначения и структуры, приведены сценарии взаимодействия с интерфейсом. Исследование работы

направлено на оценку интерфейса Персонального календаря с точки зрения результатов выполнения респондентами тестовых заданий и показателей их субъективной удовлетворенности.

Ключевые слова: юзабилити, Персональный календарь, целевая аудитория, субъективная удовлетворенность респондентов.

В индустрии проектирования интерфейсов, как и в любой творческой области, для одной задачи существует множество решений. Однако интерфейсы создаются для людей, и не каждый вариант интерфейса может подойти целевой аудитории продукта. Для того чтобы определить, подходит ли конкретное интерфейсное решение целевой аудитории или что нужно переработать, чтобы интерфейс стал более подходящим, проводятся различные исследования. Одно из таких исследований – это исследование юзабилити [1] интерфейса продукта, проводимое посредством проверки выполнимости сценариев взаимодействия и опроса респондентов на предмет их субъективной удовлетворенности.

Персональный календарь сотрудника – это представленный в электронном виде перечень всех дней в году со сведениями о производственной активности сотрудника.

Производственная активность – статус работника в конкретный день (на больничном, отгул, отработка, командировка и т.д.).

Назначение интерфейса Персонального календаря заключается в предоставлении возможности редактировать и считывать в корпоративной системе статусы производственной активности сотрудников.

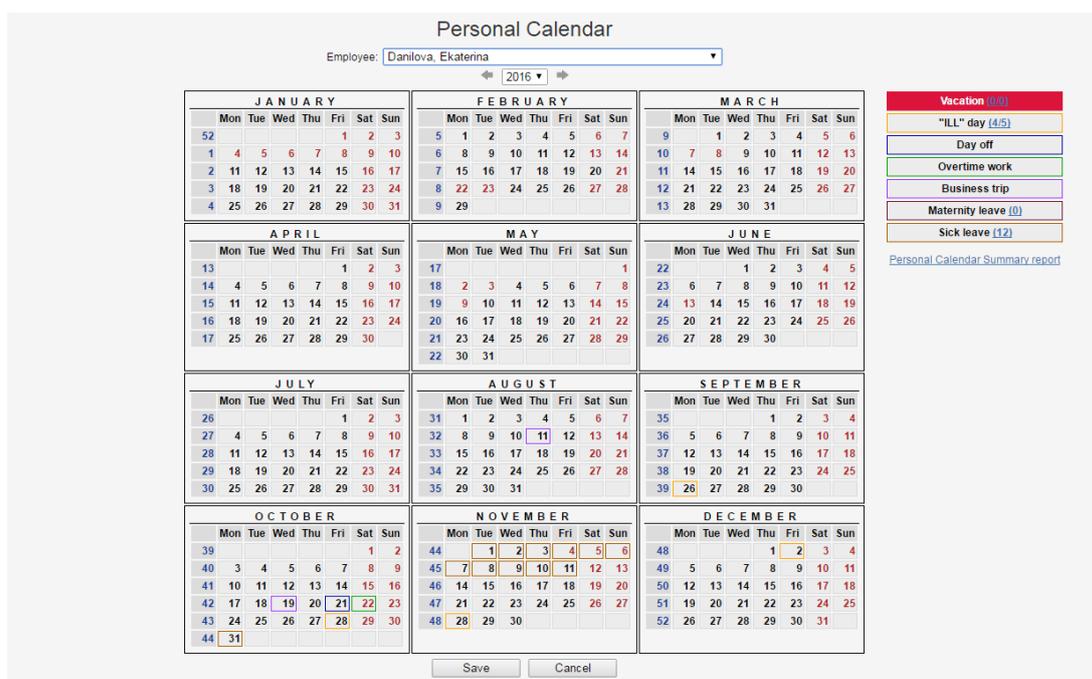


Рисунок. Внешний вид интерфейса Персонального календаря

В приведенной иллюстрации внешнего вида интерфейса (рисунок) можно рассмотреть его структуру: интерфейс состоит из элементов управления личной принадлежностью и годом отображаемого календаря, набора кнопок со статусами производственной активности и кнопок сохранения и отмены внесенных изменений.

Редактирование информации в календаре производится по следующему сценарию:

1. открыть календарь в браузере;
2. нажать кнопку с желаемым статусом;
3. отметить соответствующие дни в календаре;
4. нажать кнопку «сохранить».

Для фиксирования информации о производственной активности пользователю необходимо открыть календарь в браузере, нажать кнопку с желаемым статусом, отметить соответствующие

дни в календаре, нажать кнопку «сохранить». Каждому статусу соответствует свой день. Когда день отмечен каким-то статусом, вся ячейка закрашивается в цвет, соответствующий цвету статуса.

Считывание информации в календаре производится по сценарию:

1. открыть календарь в браузере;
2. выбрать сотрудника, чей календарь хотим просматривать;
3. выбрать год просматриваемого календаря.

Так, для исследования юзабилити интерфейса было проведено тестирование выполнимости сценариев взаимодействия. В качестве респондентов были рассмотрены 18 уверенно владеющих персональным компьютером людей в возрасте от 20 до 40 лет.

Для проведения тестирования для респондентов были составлены следующие задания:

1. определить, какой цвет к какой категории относится (на календаре с уже внесенными отметками);
2. внести в календарь отметки разных типов;
3. открыть календарь другого пользователя;
4. определить, работает ли этот пользователь в текущий день;
5. определить в календаре другого пользователя все отметки определенного типа.

После выполнения респондентами тестовых заданий для определения субъективной удовлетворенности им были заданы следующие вопросы:

1. легко ли ориентироваться в календаре;
2. достаточно ли быстро работает календарь;
3. нравится ли внешний вид календаря;
4. всегда ли система вела себя ожидаемо.

По результатам выполнения респондентами тестовых заданий (табл. 1) и опроса респондентов на предмет субъективной удовлетворенности (табл. 2) можно сделать вывод о том, что интерфейс необходимо доработать по следующим аспектам:

- сделать более доступным декодирование метки в календаре (например, при наведении курсора мыши на день с меткой во всплывающей подсказке прописывать статус, которым отмечен день);
- проработать режимы работы календаря (редактирование и считывание, демонстрация режимов);
- сделать более доступным элемент управления личной принадлежностью отображаемого календаря;
- проработать систему рабочих статусов на примитивном уровне (в офисе или не в офисе);
- доработать навигационную систему календаря (в том числе визуальный отклик системы на факт положения курсора мыши над элементом навигации).

Таблица 1. Результаты выполнения тестовых заданий

№	Задание	Справился быстро (%)	Потребовалось время (%)	Не справился (%)
1	Определить, какой цвет к какой категории относится	94,4	5,6	0
2	Внести в календарь отметки разных типов	83,3	16,7	0
3	Открыть календарь другого пользователя	83,3	0	16,7
4	Определить, работает ли этот пользователь в текущий день	16,7	83,3	0
5	Определить в календаре другого пользователя все отметки определенного типа	100	0	0

Таблица 2. Результаты опроса для определения субъективной удовлетворенности

№	Вопрос	Да (%)	Затрудняюсь ответить (%)	Нет (%)
1	Легко ли ориентироваться в календаре	83,3	16,7	0
2	Достаточно ли быстро работает календарь	100	0	0
3	Нравится ли внешний вид календаря	33,3	66,7	0
4	Всегда ли система вела себя ожидаемо	50	33,3	16,7

Литература

1. ГОСТ Р ИСО 9241-210-2012. Эргономика взаимодействия человек-система. Часть 210. Человеко-ориентированное проектирование интерактивных систем. – Введен 01.12.2013. – М.: Стандартинформ, 2013. – 32 с.



Денисенкова Анастасия Дмитриевна

Год рождения: 1994

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
группа № А4130

Направление подготовки: 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие
процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

e-mail: a.denisenkova@bk.ru



Рахманов Юрий Алексеевич

Год рождения: 1941

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
к.т.н., доцент

e-mail: rahmanovua2010@gmail.com

УДК 504.064

ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЙ ПАРФЮМЕРНО-КОСМЕТИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Денисенкова А.Д.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Рахманов Ю.А.

В работе рассмотрена парфюмерно-косметическая промышленность как фактор загрязнения природных вод. Представлено применение энерго- и ресурсосберегающей технологий на предприятиях парфюмерно-косметической промышленности в области очистки сточных вод. Изучены как основные методы энерго- и ресурсосбережения, так и новые разработки в этой области.

Ключевые слова: парфюмерно-косметическая промышленность, энергосберегающие технологии, ресурсосберегающие технологии, очистка сточных вод.

На данный момент парфюмерно-косметический рынок является одним из самых перспективных для развития в России. Это связано, прежде всего, с повышением благосостояния населения, его численностью и преобладающим количеством женщин в нашей стране.

Топ-10 компаний-производителей на отечественном рынке составляют L’Oreal, Avon, «Калина», «Невская Косметика», Arnest, Faberlic, «Мезопласт», «Свобода», «Юникосметик»

и «Весна». Увеличение производства косметической продукции ведет к увеличению влияния предприятий-производителей на окружающую среду [1].

В состав сырья для производства косметической продукции входят вещества преимущественно органического происхождения (жиры, масла, биологически активные вещества, белки, гидрализаторы, аминокислоты, спирты, кислоты, экстракты и настои лекарственных растений) красители, парфюмерные композиции и ПАВ.

Производство продукции в данной отрасли, как правило, состоит из трех основных производственных отделений: подготовка сырья, изготовление готовой продукции и фасовка.

В отделении подготовки происходит очистка используемой воды, изготавливаются водные растворы, расплавляется твердое органическое сырье, производится предварительная обработка жирового и жироподобного сырья. На участке изготовления идет процесс смешивания компонентов по выбранной технологии. Фасовочное отделение занимается подготовкой тары и упаковки [2].

С учетом основных технологических процессов, а также состава и свойств применяемого сырья для стоков косметического производства характерны высокие значения химического потребления кислорода (ХПК) и биохимического потребления кислорода (БПК), повышенные концентрации поверхностно-активных веществ (ПАВ), трудно разлагаемые органические вещества, пигменты, ферменты.

Любой процесс очистки сточных вод состоит из трех основных стадий: механической, физико-химической и биологической очистки. На механической стадии происходит очистка от крупных и грубодисперсных включений, на физико-химической – удаление мелкодисперсных веществ, металлов и ионов, биологическая стадия помогает избавиться от органических веществ. Таким образом, мы видим, что процесс очистки сточных вод предприятий парфюмерно-косметической промышленности очень трудоемок и зачастую экономически не выгоден. Потому так важно вводить на предприятии энерго- и ресурсосберегающие технологии: это помогает не только снизить влияние на окружающую среду, но и уменьшить статью расходов на очистку сточных вод.

Энергосбережение в системах сбора и очистки сточных вод можно осуществлять, влияя на:

- технологические возможности процессов с образованием стоков;
- технологические возможности систем;
- управление и оптимизация процессов и системы.

Технологические возможности процессов могут позволить избежать образования стоков на этапе изготовления продукта. Для этого осуществляют отслеживание массообмена (СМ), которое помогает узнать, на каком этапе мы можем рециркулировать химический материал внутри процесса, а где собрать и вывести его прежде, чем он будет в составе стока.

Эффективным является использование аппаратов обратного осмоса. Низкая энергоемкость делает этот процесс идеальным для использования в крупных установках, а аппарат с открытым каналом позволит уменьшить не только сопротивление воды, проходящей через мембранный слой, но и образование отложений малорастворимых в воде солей.

Технологические возможности системы можно наглядно рассмотреть на биохимическом этапе очистки воды. Основная цель установок такого типа – обеспечение подачи кислорода в поток.

При очистке полностью нитрифицированных потоков эффективным является подача воздуха в виде мелких пузырьков при наличии на входе в аэрационный резервуар бескислородной зоны для денитрификации. Она же будет выполнять функцию секторной зоны для осаждения бактерий, и являться местом высвобождения

кислорода, что снизит потребление электроэнергии. Система поверхностной аэрации подходит для очистки не нитрифицированных потоков.

Увеличение числа каналов или резервуаров позволяет с большей гибкостью обеспечивать соответствие уровней нагрузки сезонным. Количество кислорода, требуемого на единицу массы ПБК для полностью загруженной установки меньше, чем для слабо загруженной установки.

Обработка отстоя с использованием анаэробных процессов может стать источником энергии благодаря выделению метана, который может использоваться в виде топливного газа.

Если говорить в общем, то аэрационный резервуар должен быть сконструирован как система с потоком вытеснения, тогда как соотношение длины резервуара к ширине (3:4) должно быть минимальным. А правильное введение и поддержание растворенного кислорода помогает снизить расход энергии.

Также есть информация о том, что на нескольких предприятиях в целях сокращения энергопотребления при обращении с технологическими и сточными водами применяют рекуперацию тепла экзотермических реакций посредством выработки пара низкого давления, использования избыточного пара, энергетически зависимой дистилляции [3].

Ресурсосберегающие технологии также достаточно распространены в сфере очистки сточных вод. Кроме проверки герметичности труб, удаления продуктов из трубопроводов воздухом или вакуумом, активно применяется:

- отказ от использования хлора в пользу, например, оксида алюминия;
- замена в производстве биологически не разлагаемых химикатов на биологически разлагаемые, например, хелатные реагенты. В настоящее время идут разработки по совершенствованию биофлокулянтов, например, на основе экзополисахаридов;
- использование электроосмотического обезвоживания осадка сточных вод для повышения содержания сухого вещества. При этом осадок нагревается до 52°C, что обеспечивает частичное обеззараживание;
- при использовании установок с обратным осмосом исходная вода многократно концентрируется в установке. Концентрат, содержащий загрязнения, составляет не более 0,5–1% от общего объема воды и выводится вместе с осадком;
- уменьшение дозирования и использование реагентов в силу их дороговизны и усложнения химических реакций в воде, так как это ведет к усложнению или дополнительным этапам очистки вод [4]. Например, подбор разных типов смешивания реагентов с водой (постепенно, прерывисто, мелкими дозами и др.);
- использование активированных растворов реагентов. Наибольшее количество исследований на данный момент имеет активированный раствор коагулянта сульфата алюминия, который позволяет снизить расход коагулянта до 30%, повысить производительность очистных сооружений до 22%, снизить содержание хлорорганических примесей менее чем на 25%;
- использование биопоглопителей для снижения содержания канцерогенов;
- использование нейтральных носителей для увеличения дозы активного ила в аэротенке (позволяет контролировать нарастание активного фильтра и его потенциальное увеличение);
- использование технологии мембранного биореактора, которая позволяет объединить в себе методы биологической очистки и мембранную сепарацию. Аэротенк, объединенный с мембранным модулем позволяет уменьшить вынос активного ила с осветленной водой [5].

Кроме уменьшения энерго- и ресурсозатрат, перед предприятиями стоит важная задача утилизации осадков сточных вод после процесса очистки. В настоящее время разрабатываются проекты, в которых данный вид сырья можно было бы использовать.

Например, осадок сточных вод можно использовать для изготовления почвогрунта (с предварительными мероприятиями), производства строительных материалов и др. Такой осадок является потенциальным сырьем для изготовления удобрений (конечно в зависимости от загрязненности осадка и сезона года).

Литература

1. Глобальный рынок косметики-2014: результаты, динамика, прогнозы и бренды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cosmetology-info.ru/5618/news-Globalnyy-rynok-kosmetiki--2014-rezultaty--dinamika--prognozy-i-brendy/>, своб.
2. Каспаров Г.Н. Основы производства парфюмерии и косметики. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1988. – 287 с.
3. Колесников А.И., Михайлов С.А. Энергоресурсосбережение. – М.: Наука, 2006. – 487 с.
4. ИТС8-2015. Очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнение работ и оказании услуг на крупных предприятиях. – Введен 01.07.2016. – М.: Бюро НДТ, 2015. – 116 с.
5. Душкин С., Благодарная Г. Соединяя науку и практику. Ресурсосберегающие технологии в области очистки природных и сточных вод // Вода Magazine. – 2015. – № 2(90). – С. 30–32.



Дикарева Ольга Андреевна

Год рождения: 1993

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
группа № А4130

Направление подготовки: 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие
процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
e-mail: dikareva_93@mail.ru

УДК 664.6

ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ ОБРАЩЕНИИ С ОТХОДАМИ ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ПРОИЗВОДСТВ НА ПРИМЕРЕ БАТОНА «ОСЕННИЙ»

Дикарева О.А.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Рахманов Ю.А.

В работе рассмотрены технологические этапы производства батона и образующиеся отходы на каждом из них, а также представлены способы их утилизации. Результаты работы показали, что хлебопекарное производство в малой степени оказывает негативное воздействие на окружающую среду.

Ключевые слова: сырье, просеивание, рецептура, замес, тестовые заготовки, выпечка, отходы.

В хлебопекарном производстве, как и в любой производственной деятельности образуются отходы, которые можно разделить на возвратные и безвозвратные. Отходы образуются на разных стадиях производственного процесса, а также имеются бытовые отходы, связанные с функционированием предприятия в целом [1].

В ходе работы было проведено исследование хлебопекарной отрасли на примере производства батона «Осенний», который изготавливает ОАО Армхлеб на территории Краснодарского края в г. Армавир. Основной задачей работы является рассмотрение проблемы образования отходов и способов их утилизации хлебопекарной отрасли на

примере производства батона (рисунок), а также проанализировать энергосберегающие технологии данной отрасли.



Рисунок. Поэтапное производство батона «Осенний»

Мука поступает на предприятие бестарным способом и выдувается в силоса. Затем магнитные пластины просеивателя типа «бурат» улавливают ферромагнитные примеси, которые снимаются с него каждую смену. После мука идет в дежу тестомесильной машины.

Вода централизованно подается в тестомесильное отделение, не проходя дополнительную очистку на предприятии, так как удовлетворяет всем санитарным нормам и правилам, предъявляемым к питьевой воде.

Дрожжи прессованные поступают в бумажной упаковке массой 1 кг. Затем в комнате растаривания разводятся в теплой воде $t=29-30^{\circ}\text{C}$, настаиваются в течение 15–20 мин и выливаются на замес.

Соль поваренная пищевая и сахар поступают на комбинат в полипропиленовых мешках, не являющихся возвратной тарой и использующихся в бытовых целях. Затем соль растворяют в воде, проверяют плотность и ее концентрацию в растворе. По пути подачи солевого растворителя соль процеживается, а после поступает в емкости для хранения солевых сборов, где солевой раствор охлаждается и подается на замес. Сахар помещают в просеиватель типа «Пионер», загружают в приемный бункер. Далее в комнате растаривания сырья взвешивается и подается на замес.

Масло растительное поступает в алюминиевых бидонах, являющихся возвратной тарой, объемом 25–30 кг. В комнате растаривания его взвешивают и подают в тестомесильную машину.

Замешанное и забродившее тесто отправляется в тестоделитель, после чего тестовые заготовки отправляются на предварительную расстойку в течение 5–20 мин. Далее тесто помещают в закаточную машину, где оно обрабатывается в три стадии: сначала раскатывают тестовую заготовку, затем скручивают ее в рулон и подпрессовывают.

После получения нужной формы, изделие отправляется в расстоечный шкаф, в котором идет окончательная расстойка перед выпеканием. Под воздействием углекислого газа, тесто увеличивается в объеме примерно вдвое, становится более рыхлым. Прежде чем поместить тестовые заготовки в печь, на форму для выпечки выкладывается термостойкий коврик-силапен, предотвращающий появление нагара. Затем батон выпекается при температуре 200°C на протяжении 20 мин. После выпекания батоны помещают на лотки и охлаждают в течение 3–4 ч перед процессом упаковки.

Помимо грамотной утилизации образующихся отходов, предприятиям хлебопекарной промышленности можно повысить свою рентабельность путем экономии энергопотребления на каждом производственном этапе.

Так, например, пневматическая бестарная транспортировка муки обеспечивает аккуратное ее распределение индивидуально для каждой мешалки при помощи программируемого логического управляющего устройства. На ряде предприятий практикуется использование воздуходувок для пневмотранспорта муки вместо компрессоров. Экономия электроэнергии может составить до 50% электропотребления на транспортировку муки сжатым воздухом, вырабатываемым компрессорами.

При производстве имеются ингредиенты, после смешивания которых необходимо охлаждение, это относится к дрожжам и воде. Они смешиваются в различных пропорциях для контроля температуры замеса теста. Часто используются компактные холодильные установки, продуманное месторасположение которых может повысить их эффективность. В идеале, они должны находиться в прохладном, затененном месте, куда не попадает солнечный свет. В качестве холодильных камер используются помещения, внутренняя поверхность которых изолируется. Хладагент для охлаждения подается в испарители, смонтированные на стенах камер. Так как камеры охлаждения обычно расположены внутри производственных корпусов, необходим постоянный контроль состояния теплоизоляции. Перепад температур между поверхностью стен и воздухом внутри камеры не должен превышать 1–2°C. Камеры охлаждения, как правило, имеют такую же высоту, как соседние производственные помещения, и загружены в среднем на 30%, что снижает эффективность работы системы охлаждения, поэтому рекомендуется секционирование камер и уменьшение их высоты.

На стадии расстойки можно сэкономить порядка 20% энергии, используя газовые нагреватели вместо паровых батарей. Комбинация газового нагрева или утилизации теплоты уходящих газов с впрыском мелких капель воды (микротуман) может заменить использование пара на обоих этапах расстойки.

Самым большим потребителем энергии являются печи, именно на стадии выпекания продукции можно значительно сэкономить электроэнергию. Существует множество видов печей, но по принципам работы их можно разделить на два типа: с внутрикамерным и внекамерным нагревом. В первом случае воздушный поток, содержащий продукты сгорания газа, циркулирует по всей печи, обдувая выпекаемые изделия, и выбрасывается в атмосферу. При этом поток воздуха может увлечь за собой муку и другие частицы продуктов, засоряющие поверхности воздухопроводов или теплообменника, используемого для утилизации теплоты печи. Во втором случае поток воздуха с помощью теплообменника отделяется от воздушного потока, используемого в процессе выпечки. Таким образом, система сжигания газа практически не загрязняется и может использоваться для утилизации вторичной теплоты. Температура в горелке

находится на уровне 1000°C; при смешивании с обратным воздухом она понижается в воздухозаборнике до 400–500°C. Учитывая размер теплообменника и рабочие температуры, с течением времени неизбежно относительное движение или деформация труб и воздухопроводов теплообменника. Это может привести к утечкам между воздушными потоками и снижению КПД печи. В связи с этим рекомендуется проводить регулярные проверки наличия утечек, а значит, и эффективности системы контроля температуры, что позволит избежать увеличения количества сжигаемого газа для компенсации утечек и приведет к значительной экономии энергии за счет снижения потребления газа.

Успешный опыт утилизации теплоты уходящих газов печей с внекамерным нагревом накоплен во многих зарубежных странах. Так, например, в Австралии на одном из предприятий установлен теплообменник, состоящий из комплекта тепловых труб в блоке, установленном между воздухопроводами уходящих газов хлебопекарной печи и подачи воздуха расстоечного шкафа. Блок тепловых труб позволяет утилизировать теплоту печи для использования в процессе расстойки. Эта схема полностью покрывает потребность предприятия в теплоте для процесса брожения теста, делая ненужными газовые нагреватели и паровые батареи [2].

Также более эффективной можно сделать стадию выгрузки готовой продукции из форм, используя воздушный нож, что может снизить потребление сжатого воздуха, повысить эффективность регулирования и снизить уровень шума на прилегающей территории.

На стадии охлаждения готового продукта можно сэкономить 3% потребляемой энергии путем установки эффективных электродвигателей на охлаждающие вентиляторы, чья стоимость немногим выше обычных.

Литература

1. Аурман Л.Я. Технология хлебопекарного производства. – СПб.: Профессия, 2005. – 41 с.
2. Снижение энергетических затрат на предприятиях хлебопекарной промышленности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://siteresources.worldbank.org/INTRUSSIANFEDERATION/Resources/305499-1291044797591/bread.pdf>, своб.



Дикий Дмитрий Игоревич

Год рождения: 1994

Университет ИТМО, факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем, группа № P4255

Направление подготовки: 10.04.01 – Информационная безопасность

e-mail: dimandikiy@mail.ru



Артемьева Виктория Денисовна

Год рождения: 1995

Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград

e-mail: vika_med2019@mail.ru



Нечаева Наталья Викторовна

Год рождения: 1980

Университет ИТМО, факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем, группа № Р4255

Направление подготовки: 10.04.01 – Информационная безопасность

e-mail: exotical1980@mail.ru



Елисеева Валерия Валерьевна

Год рождения: 1993

Университет ИТМО, факультет инфокоммуникационных технологий, кафедра геоинформационных систем, группа № К4200

Направление подготовки: 11.04.02 – Инфокоммуникационные технологии и системы связи

e-mail: valeria_eliseeva@mail.ru



Чирков Кирилл Евгеньевич

Год рождения: 1991

Университет ИТМО, факультет инфокоммуникационных технологий, кафедра геоинформационных систем, группа № К4200

Направление подготовки: 11.04.02 – Инфокоммуникационные технологии и системы связи

УДК 004.93

БИОМЕТРИЧЕСКАЯ АУТЕНТИФИКАЦИЯ ПО ДИНАМИКЕ РУКОПИСНОГО ПОЧЕРКА

Дикий Д.И. (Университет ИТМО), **Артемьева В.Д.** (Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград), **Нечаева Н.В.** (Университет ИТМО), **Елисеева В.В.** (Университет ИТМО), **Чирков К.Е.** (Университет ИТМО)
Научный руководитель – д.т.н., доцент Гришенцев А.Ю. (Университет ИТМО)

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615878 «Проектирование методов создания безопасных технологических и информационных систем».

В работе рассмотрены современные подходы к решению задачи биометрической аутентификации пользователей информационных систем. Описаны виды систем аутентификации по почерку, их особенности, преимущества и недостатки. Проведено сравнение с другими методами аутентификации пользователя по биометрическому параметру.

Ключевые слова: динамика почерка, биометрия, аутентификация.

История возникновения аутентификации людей по динамике почерка берет свое начало с давних времен. Известно, что шумеры использовали сложные уплотнения, применяемые глиняные клинописные таблички для проверки подлинности их сочинения. Еще в Римской империи было заведено лично подписывать документы. Уже в 1677 году в Англии был принят акт, способствующий предотвращению мошенничества, который обязывает, чтобы документы должны быть подписаны участвующими сторонами. Начиная с середины XX века, когда технологический

процесс вышел на новый уровень, путем создания логики на транзисторах и первых компьютеров, стала активно изучаться возможность применения компьютерных систем для определения подлинности пользователей.

На сегодняшний день нет однозначных методологий или инструкций, как определить подлинность подписи человека. Каждый разработчик подобной системы предлагает что-то новое, что лучше работает в тех или иных условиях. Так на международном чемпионате «1st International Signature Verification Competition» [1] в 2004 году был проведен эксперимент с участием ста исследуемых участников и научных коллективов со всего мира, интересующихся данной тематикой. Из всех представленных на тот момент разработок лучшая система продемонстрировала следующие результаты: уровень равной вероятности ошибок для специализирующегося злоумышленника составил 3%, для обычного пользователя 1,5%. Что касается ошибок первого и второго рода [2], то результаты получились следующие. Если пользователь специализируется на подделке подписей (т.е. часто пользуется электронными устройствами ввода), то ошибки первого рода для него составят 0,5% а второго рода – 7%. Что касается рядового пользователя, то ошибки первого рода составили 6,5%, второго рода – 26%.

Стоит различать распознавание рукописного ввода и биометрическую проверку подписи. В первом случае текст, который предоставил пользователь системе преобразуется в набор из известных ей символов. Во втором же случае происходит сравнение параметров подписи с теми, которые хранятся в памяти программы, чтобы подтвердить или опровергнуть подлинность человека.

Биометрическая аутентификация по почерку разделяется на два больших класса. К первому относятся те программные продукты, которые работают только с изображением подписи, введенным пользователем или отсканированным документом. В таком случае система аутентификации называется статической или off-line [3].

Второй класс программ для ЭВМ и аппаратных комплексов работают в режиме on-line. Это означает, что считываются характеристики пользователя в момент ввода им подписи. Системы такого рода, как правило, воспринимают силу давления на поверхность написания, а также угол наклона пера.

Преимущества и недостатки систем, специализирующихся на проверке подлинности подписи представлены в табл. 1.

Таблица 1. Преимущества и недостатки

Преимущества проверки подписи	Недостатки проверки подписи
Удобство	Высокая изменчивость внутри класса
Хорошо воспринимаются обществом и юридически	Подделки
Не инвазивность	Более высокие коэффициенты ошибок, чем другие черты
Присутствуют в ряде приложений	Затронутый физическим и эмоциональным состоянием пользователь
Приобретение аппаратного обеспечения Off-Line: повсеместное оборудование (ручки и бумаги) Онлайн: недорогое или уже интегрированное в некоторых устройствах (планшетных ПК)	Большое временное изменение
Если пароль скомпрометирован, может быть изменен	
Многолетний опыт работы в судебно-средах	

Сравнительная характеристика методов аутентификации пользователей информационной системы приведена в табл. 2, где «В» соответствует значению высокий, «С» – средний, «Н» – низкий.

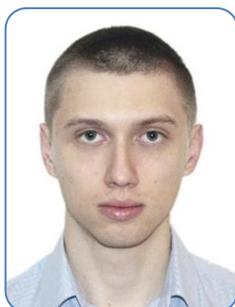
Таблица 2. Сравнительная характеристика

Биометрический параметр	Универсальность	Отчетливость	Постоянство	Взимаемость	Производительность	Переносимость	Обманчивость
Генетическая цепь	В	В	В	Н	В	Н	Н
Ухо	С	С	В	С	С	В	С
Лицо	В	Н	С	В	Н	В	В
Лицевая Термограмма	В	В	Н	В	С	В	Н
Отпечаток пальца	С	В	В	С	В	С	С
Походка	С	Н	Н	В	Н	В	С
Геометрия руки	С	С	С	В	С	С	С
Кровоснабжение руки	С	С	С	С	С	С	Н
Радужная оболочка	В	В	В	С	В	Н	Н
Клавиатурный почерк	Н	Н	Н	С	Н	С	С
Запах	В	В	В	Н	Н	С	С
Отпечаток руки	С	В	В	Н	Н	С	Н
Сетчатка	В	В	С	Н	В	Н	Н
Рукописный почерк	Н	Н	Н	В	Н	В	В
Голос	С	Н	Н	С	Н	В	В

Заключение. Рассмотренный в данной работе метод аутентификации пользователя информационной системы применим в системах электронного документооборота. Его достоинства и недостатки, а также сравнение с другими методами способствуют активному развитию новых технологий в этом направлении.

Литература

1. SVC 2004 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cse.ust.hk/svc2004/>, своб.
2. Лебедеко Ю.И. Биометрические системы безопасности. Учебное пособие. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2012. – 158 с.
3. Michigan State University [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.cse.msu.edu/~cse802/Papers/802_Signature_Verification.pdf, своб.



Дикий Дмитрий Игоревич

Год рождения: 1994

Университет ИТМО, факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем, группа № P4255

Направление подготовки: 10.04.01 – Информационная безопасность

e-mail: dimandikiy@mail.ru



Артемьева Виктория Денисовна

Год рождения: 1995

Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград

e-mail: vika_med2019@mail.ru



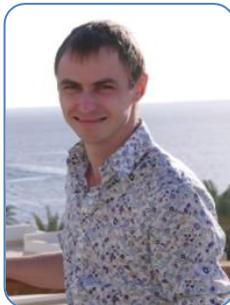
Нечаева Наталья Викторовна

Год рождения: 1980

Университет ИТМО, факультет информационной безопасности
и компьютерных технологий, кафедра проектирования
и безопасности компьютерных систем, группа № P4255

Направление подготовки: 10.04.01 – Информационная безопасность

e-mail: exotica1980@mail.ru



Родионов Платон Юрьевич

Год рождения: 1991

Университет ИТМО, факультет информационной безопасности
и компьютерных технологий, кафедра проектирования
и безопасности компьютерных систем, группа № P4255

Направление подготовки: 10.04.01 – Информационная безопасность

e-mail: Platon020@gmail.com

УДК 004.93

**АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕКТОРА ПРИЗНАКОВ ДИНАМИКИ
РУКОПИСНОГО ПОЧЕРКА**

Дикий Д.И. (Университет ИТМО), **Артемьева В.Д.** (Балтийский федеральный университет
им. И. Канта, Калининград), **Нечаева Н.В.** (Университет ИТМО),
Родионов П.Ю. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – д.т.н., доцент Гришенцев А.Ю. (Университет ИТМО)

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615878 «Проектирование методов создания безопасных технологических и информационных систем».

В работе рассмотрен алгоритм формирования вектора признаков пользователя информационной системы по динамике написания им некоего парольного слова или фразы. Данный алгоритм применим в системах аутентификации. Основным этапом алгоритма является дискретное преобразование Фурье. Переход от временной к частотной составляющей позволяет использовать коэффициенты разложения в качестве вектора признаков.

Ключевые слова: динамика почерка, преобразование Фурье, коэффициенты разложения, алгоритм, вектор признаков.

В настоящее время безопасность информационных систем является неотъемлемой составляющей комплексной системы безопасности объектов. Здесь особое внимание уделяется ликвидации угрозы несанкционированного доступа к информационным ресурсам. Одну из главных ролей в этом играет процесс аутентификации. Современные системы аутентификации разнообразны и основаны на различных принципах работы.

Среди всех методов аутентификации динамика почерка является одной из самых нераспространенных. Это связано с тем, что для реализации этого метода необходимо соответствующее техническое и программное обеспечение. Однако такие системы часто применяются в электронном документообороте.

Чтобы реализовать рассматриваемый метод аутентификации необходимо преобразовать данные от устройства ввода в легко анализируемый формат. На данный момент предложено множество методов, самый распространенный из которых основан на дискретном преобразовании Фурье [1].

Принцип рассматриваемого алгоритма основан на том, что сигнал от устройства ввода содержит координаты точек траектории, введенной пользователем, а также временные метки. Как правило, частота обработки сообщений о перемещении пера достаточна высока, что позволяет более точно считывать данные, если использовать графический планшет.

Алгоритм можно описать следующим образом: считать данные, провести преобразование Фурье, провести корреляцию полученных данных.

Само преобразование Фурье (1) заключается в разложении входного сигнала на сумму синусных и косинусных сигналов различной частоты. Амплитуды сигналов, полученных после преобразования, называются коэффициентами разложения. Пусть входной сигнал характеризуется дискретными последовательностями $x(t)$ и $y(t)$ длиной N отсчетов, где представлены последовательно декартовы координаты траектории пользователя по оси абсцисс и ординат. Тогда результатом разложения будут четыре последовательности $\text{Re}\bar{X}[k]$, $\text{Im}\bar{X}[k]$, $\text{Re}\bar{Y}[k]$, $\text{Im}\bar{Y}[k]$ длиной $N/2+1$ каждая, где Re соответствует действительной составляющей преобразования, а Im – мнимой.

$$\begin{aligned} x(i) &= \sum_{k=0}^{N/2} \text{Re}\bar{X}[k] \cos\left(\frac{2\pi ki}{N}\right) + \sum_{k=0}^{N/2} \text{Im}\bar{X}[k] \sin\left(\frac{2\pi ki}{N}\right), \\ y(i) &= \sum_{k=0}^{N/2} \text{Re}\bar{Y}[k] \cos\left(\frac{2\pi ki}{N}\right) + \sum_{k=0}^{N/2} \text{Im}\bar{Y}[k] \sin\left(\frac{2\pi ki}{N}\right). \end{aligned} \quad (1)$$

Таким образом, имея значения четырех последовательностей амплитуд [2, 3] можно проводить дальнейший анализ образцов пользователя.

На рис. 1 и 2 представлены графики частотного спектра образца горизонтальной и вертикальной составляющих двух случайных пользователей информационной системы.



Рис. 1. График изменения коэффициентов разложения горизонтальной составляющей

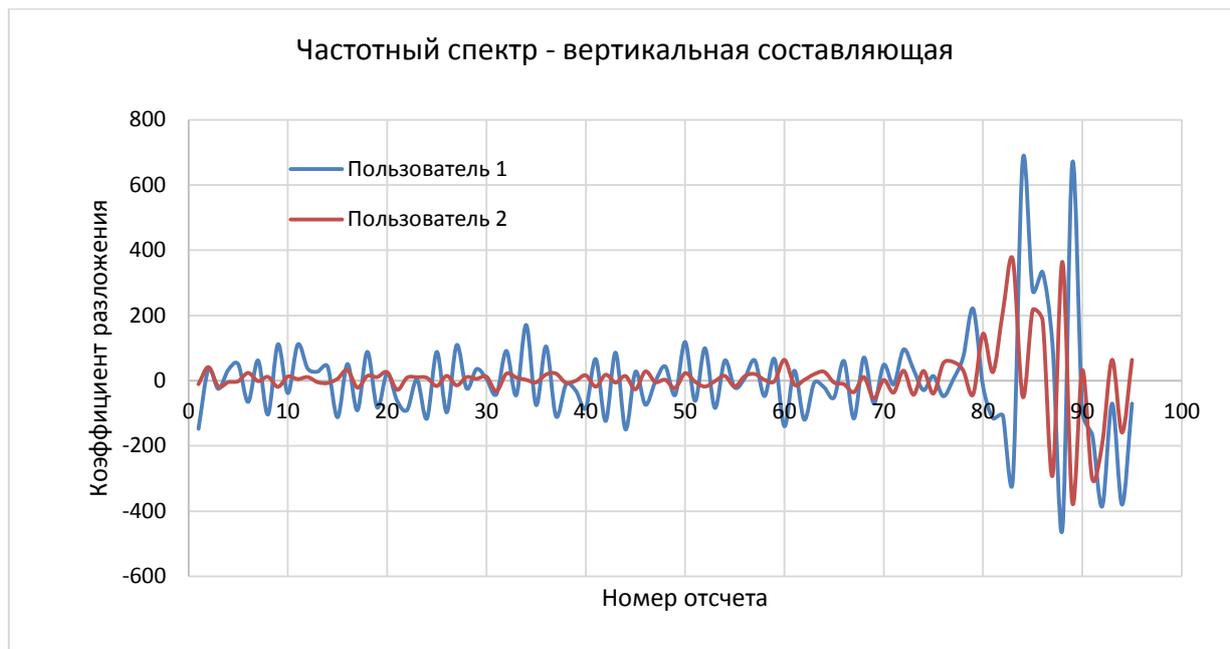


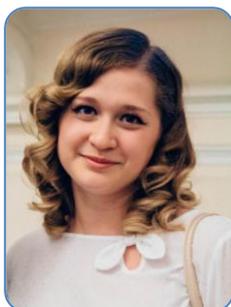
Рис. 2. График изменения коэффициентов разложения вертикальной составляющей

Из рис. 1 и 2 видно, что коэффициенты разложения для двух случайных подписей различаются. Чтобы количественно провести оценку схожести коэффициентов разложения был рассчитан коэффициент корреляции Пирсона. Горизонтальная и вертикальная составляющие соответствующих рядов были совмещены. Таким образом, из четырех рядов остаются два, которые можно проверить на корреляцию. Коэффициент Пирсона составил $-0,07$, что свидетельствует об очень малой связи между рядами данных. Коэффициент Пирсона отдельно среди горизонтальных и вертикальных составляющих составил соответственно $0,11$ и $-0,24$. Так получается, что горизонтальная составляющая более согласована, чем вертикальная. Это связано с тем, что преобладает написание символов слева на право. Потому большее внимание стоит уделить именно вертикальной составляющей входного сигнала.

Таким образом, подтверждена эффективность использования преобразования Фурье для решения задачи аутентификации пользователя информационной системы по динамике почерка. Также показано, что использование коэффициентов дискретного разложения в ряд Фурье удобно для дальнейшей классификации цифрового (дискретного) сигнала на «свой-чужой» путем использования алгоритмов классификации, либо статистического анализа [4].

Литература

1. Смит С. Цифровая обработка сигналов. Практическое руководство для инженеров и научных работников / Пер. с англ. А.Ю. Линовича, С.В. Витязева, И.С. Гусинского. – М.: Додэка-XXI, 2012. – 720 с.
2. Местецкий Л.М. Математические методы распознавания образов. – М.: МГУ, 2004. – 85 с.
3. Еременко А.В. Повышение надежности идентификации пользователей компьютерных систем по динамике написания паролей: автореф. дис. ... канд. тех. наук: 05.13.19. – Омск, 2011. – 20 с.
4. Профессиональный информационно-аналитический ресурс, посвященный машинному обучению, распознаванию образов и интеллектуальному анализу данных [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/357/73357>, своб.

**Добрынина Василиса Константиновна**

Год рождения: 1995

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
группа № А4132Направление подготовки: 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие
процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
e-mail: vasilisa26.04@gmail.com**Рахманов Юрий Алексеевич**

Год рождения: 1941

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
к.т.н., доцент

e-mail: rahmanovua2010@gmail.com

УДК 504.064

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ ЗАГРЯЗНЕНИЯ МОРЯ С СУДОВ**Добрынина В.К., Рахманов Ю.И.****Научный руководитель – к.т.н., доцент Рахманов Ю.И.**

В работе проведен анализ основных загрязняющих факторов моря с судов, анализ законодательства в сфере охраны водного пространства, анализ технологий и установок по предотвращению загрязнения моря с судов.

Ключевые слова: мировой океан, загрязняющий фактор, судно, утилизация отходов, конвенция МАРПОЛ, твердые бытовые отходы, нефтешлам, сточные воды.

Сегодня человечество как никогда заинтересовано в «чистой» эксплуатации морских и речных судов, не вредящей водам мирового океана. Мировой океан формирует климат планеты, служит источником атмосферных осадков, и он же регулирует содержание углекислоты в атмосфере, так как способен поглощать ее избыток. Проблема утилизации отходов на судах невероятно важна, так как загрязненность мирового океана с каждым годом все больше, а отрасль морских грузоперевозок и пассажироперевозок остается востребованной несмотря на развитие авиа- и железнодорожного транспорта.

Отходы с судов могут представлять реальную опасность не только для экологии прибрежных районов, но и для здоровья населения. Для предотвращения эксплуатационного и аварийного загрязнения моря с судов была разработана и принята Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов. В настоящее время установленные Конвенцией нормы распространяются более чем на 90% мирового торгового флота.

Конвенция по предотвращению загрязнения с судов (МАРПОЛ 73/78) состоит из собственно Конвенции и Протоколов к ней, где закрепляются общие положения об обязательствах государств-участников по предотвращению загрязнения моря с судов, и шести Приложений к ней, излагающих Правила относительно загрязнения моря конкретными загрязняющими веществами: нефтью, вредными химическими веществами, перевозимыми наливом, веществами, перевозимыми в упакованной форме, сточными водами, мусором и загрязнению воздушной среды с судов. Конвенция предусматривает, что любое нарушение ее положений, включая Приложения,

запрещается независимо от места его совершения, и за такое нарушение в законодательстве каждого государства-участника Конвенции, под флагом которого плавают судно, должны устанавливаться санкции [1].

Долгие годы проблема удаления всех отходов с морских и речных судов решалась во всем мире довольно просто – санитарные судна принимали стоки с этих судов и транспортировали их на очистные сооружения. Но вызов санитарного судна стоит недешево, и среди экипажей судов бытовало мнение, что корабельные отходы можно сбрасывать за борт без всякого ущерба для природы. На сегодняшний день большинство судов имеют различные аппаратные установки, позволяющие самим распоряжаться с отходами согласно существующему законодательству.

По способу образования отходы судов представлены:

1. твердые бытовые отходы (ТБО);
2. сточные воды;
3. нефтесодержащие воды из льял машинного отделения;
4. нефтешлам.

В соответствии с Приложением V конвенции МАРПОЛ («О правилах предотвращения загрязнения мусором»), в зависимости от категории мусора, запрещается или ограничивается его сброс в различных районах моря, поэтому мусор собирается отдельно. Существует несколько способов обработки мусора на судне: сбор, измельчение, сжигание. Судно в обязательном порядке оснащено следующими установками по обработке мусора: измельчители мусора, установки для прессования мусора, инсинераторы.

Значительное развитие и широкое применение в последние годы получил термический способ обработки судовых отходов. Отходы сжигаются в специальных печах – инсинераторах. Данным способом можно уничтожить практически все виды судовых отходов, за исключением металла и стекла, которые следует отделять из общей массы. Производительность инсинератора определяется количеством отходов, которые могут быть сожжены в единицу времени.

Способ термической обработки судовых отходов имеет следующие преимущества: возможность переработки всех видов мусора и значительное уменьшение его объема, стерильность образующихся остатков, автоматизация процесса.

Установки для сжигания мусора должны иметь сертификат Регистра, подтверждающий фактическую способность сжигать отходы, наименование которых должно быть перечислено в Инструкции по эксплуатации установки для сжигания мусора.

Процесс сжигания мусора в инсинераторе можно условно разделить на два этапа: предварительное высушивание и собственно сжигание.

Высушивание мусора позволяет полнее использовать их теплотворную способность и тем самым экономить топливо. В современных инсинераторах предварительное высушивание отходов осуществляется непосредственно в топке. Процесс подсушивания отходов, а следовательно, и их последующее сжигание значительно улучшаются, если в топке есть устройства для перемешивания отходов. Топку обычно разогревают до температуры не менее 500°C и заполняют твердыми отходами. Сжигание отходов осуществляется по принципу пиролиза. При температуре около 300°C происходит термическое разложение газообразных фракций. Происходит так называемая сухая перегонка твердых отходов. Газы поднимаются в верхнюю часть топки или в смежную камеру сгорания, и там с помощью вспомогательного факела

полностью сгорают. При температуре более 750°C дурно пахнущие газы в течение нескольких секунд распадаются [2, 3].

Также для обработки твердых бытовых отходов используются измельчители – установки, оборудованные специальными режущими приспособлениями, позволяющими размельчать любые виды твердых отходов, включая стеклянные предметы, консервные банки, деревянные ящики и др.

Сложнее обстоит дело в тех случаях, когда передача отходов на берег затруднена или невозможна. Конвенцией МАРПОЛ 73/78 такая ситуация предусмотрена. В ней указано, что отсутствие оборудования в порту не должно быть основанием для сброса отходов за борт на акватории порта, на рейде и в прибрежных (территориальных) водах. В качестве одного из способов борьбы с отходами, точнее, для уменьшения объема скапливающихся судовых отходов, рекомендуется использовать специальные прессы – устройства, снижающие объем твердых бытовых отходов примерно в 8–10 раз.

Сточные системы предназначены для сбора и удаления с судна сточных вод и фекалий. Различают системы сточных вод и хозяйственно-бытовых сточных вод.

При эксплуатации судов и яхт образуются трюмные осадочные отложения и льяльные воды. Обработка и утилизация льяльных вод представляют одну из труднейших задач. С целью очистки подсланевых вод от нефтепродуктов многие суда оборудуют специальными очистительными установками, сепараторами для разделения воды и масла [4].

Нефтешлам, образующийся на судне, как правило, накапливается на судне в специальных системах хранения и утилизируется на суше лицензированными организациями. Также отдельно выделяют очистку отработанных газов двигателя, которая происходит с помощью скрубберов, работающих как на пресной, так и на морской воде и улавливающих большую часть выхлопных газов двигателя.

Требования к аппаратуре в Российской Федерации и ее эксплуатации изложены в таких законодательных актах как Постановление Правительства РФ №623 «Об утверждении технического регламента о безопасности объектов внутреннего водного транспорта» и ГОСТ Р 56022-2014 «Внутренний водный транспорт. Система управления безопасностью судов. Требования по предотвращению загрязнения окружающей среды».

Настоящий стандарт устанавливает требования к проведению судовладельцем мероприятий по предотвращению загрязнения внутренних водных путей, возникающего при эксплуатации судов. ГОСТ подробно описывает все действия, и мероприятия, направленные на предотвращение загрязнений ТБО, льяльными водами, сточными водами или нефтешламом.

Литература

1. International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, MARPOL 73/78 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tocpro.com/uploads/docs/MARPOL%20Practical%20Guide.pdf>, своб.
2. Пимошенко А.П. Предотвращение загрязнения окружающей среды с судов. – М.: Мир, 2004. – 320 с.
3. Instruction manual Team Tec incinerator OG 120C [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.teamtec.no/wp-content/uploads/2015/05/Preliminary-tech.-doc.-OG120C-TG-5.pdf>, своб.
4. DVZ-VC «OILMASTER» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.akeringenieria.com/en/productos/oil-water-separator-plant>, своб.



Довгаль Дмитрий Александрович

Год рождения: 1994

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра графических технологий, группа № P4170

Направление подготовки: 09.04.02 – Информационные системы
и технологии

e-mail: dmitry.veronium@gmail.com



Смолин Артем Александрович

Год рождения: 1977

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра графических технологий, к.ф.н.

e-mail: artikus@inbox.ru

УДК 004.051

ОСОБЕННОСТИ ТРЕХМЕРНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ В ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Довгаль Д.А.

Научный руководитель – к.ф.н. Смолин А.А.

В работе проведен анализ особенностей и проблем, возникающих при визуализации данных в виртуальной реальности. Описаны технические средства, используемые при разработке приложений для виртуальной реальности. По результатам исследования предложены рекомендации по использованию виртуальной реальности для представления данных.

Ключевые слова: виртуальная реальность, визуализация графов, представление данных, oculus rift, leap motion.

Виртуальная реальность открывает множество возможностей для создания интерактивных визуализаций. Ее применение улучшает вовлечение пользователя в процесс. Этому способствуют, во-первых, увеличенный угол обзора и возможность рассмотреть объекты визуализации с любого ракурса, во-вторых, технологии захвата движения, обеспечивающие удобное и интуитивно-понятное взаимодействие с виртуальной средой [1].

В рамках трехмерной визуализации данных виртуальная реальность позволяет повысить наглядность представления информации. Распространенной формой представления данных являются графы. Они используются, когда необходимо наглядно показать множество однотипных объектов и связи между ними. В виртуальной реальности, находясь внутри области построения графа, пользователь сможет вблизи рассмотреть интересующий его участок графа, а в случае динамически изменяющейся информации проследить за его развитием.

Существует множество методик трехмерной визуализации данных, наиболее популярны из которых: метафора комнаты, метафора молекулы и метафора ландшафта. Самой распространенной методикой визуализации графов является метафора молекулы. Она позволяет расположить узлы графа в пространстве таким образом, чтобы структура графа просматривалась/воспринималась человеком наиболее достоверно и легко интерпретировалась [2].

При переносе приложения в виртуальную реальность необходимо изменить интерфейс и сам подход к обеспечению взаимодействия пользователя с приложением, адаптировать

представление данных с учетом особенностей имеющихся устройств и особенностей восприятия, а также устранить возможные проблемы с ориентацией и перемещением пользователя в виртуальном пространстве.

Наличие проблем, связанных с ориентацией в пространстве и самому перемещению в виртуальной среде, делает погружение некомфортным и опасным для здоровья. В этой связи необходимо создать окружение, чтобы пользователь мог ориентироваться в виртуальном пространстве. Особенности виртуального пространства не должны повышать нагрузку на вестибулярный аппарат и мешать пользователю воспринимать данные. Чем выше правдоподобность окружения, тем выше уровень погружения пользователя. Потому, даже при визуализации абстрактных данных, желательно помещать их в привычную пользователю среду, например комнату, в которой пользователь всегда сможет точно определить свое местоположение относительно остальных объектов виртуального пространства.

Разработчики должны учитывать особенности технических средств, под которые создается приложение и которые подбираются, исходя из требований к разрабатываемому продукту.

Шлем виртуальной реальности Oculus дает широкое поле зрения (около 90° по горизонтали и 110° по вертикали), стереоскопическую глубину и отслеживает ориентацию головы, позволяя пользователю смотреть в любом направлении [3]. Исключительно обзор данных имеет ограниченное применение, в то время как существует необходимость их анализа, сравнения и изменения. В связи с этим возникает необходимость предоставить пользователю устройство взаимодействия.

Для обеспечения интерактивности визуализации используются технологии захвата движений. Одним из устройств, поддерживающих данную технологию, является Leap Motion. Данная технология обеспечивает взаимодействие пользователя со средой с помощью жестов. Она с большой точностью отслеживает движения рук, пальцев или карандашей.

Благодаря технологиям захвата движений пользователь может получить возможность жестами изменять масштаб графа или отдельных его частей, перемещать его и получать дополнительную информацию об узлах графа [4]. Преимущества использования жестов рук, по сравнению с традиционными методами, были исследованы в контексте многих приложений [5].

При использовании данных технологий возникает необходимость адаптации интерфейса. Желательно, чтобы программа отвечала на действия пользователя интуитивно понятным визуальным и звуковым подтверждением, подобранным так, чтобы не мешать восприятию данных. Непродуманное взаимодействие снижает эффективность использования виртуальной реальности.

В результате исследования сделаны следующие выводы: использование виртуальной реальности предполагает адаптацию формы представления данных, изменение интерфейса для поддержки новых видов обеспечения интерактивности, создание некоторого трехмерного окружения в виртуальном пространстве для избавления пользователя от проблем с ориентированием в данной среде и, связанной с ними нагрузки на вестибулярный аппарат.

Литература

1. Shaun Roncken. A future without screens [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://crew.co/blog/a-future-without-screens-how-vr-is-changing-the-way-we-interact-with-technology>, своб.
2. Авербух В.Л., Байдалин А.Ю., Исмагилов Д.Р., Казанцев А.Ю., Трехмерные методики визуализации программного обеспечения параллельных и распределенных вычислений // Параллельные вычислительные технологии (ПаВТ'2008): Труды международной научной конференции. – 2008. – С. 283–288.

3. Hands-On With Oculus Rift, John Carmack's Virtual Reality Goggles [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.g4tv.com/thefeed/blog/post/725013/hands-on-with-oculus-rift-john-carmacks-virtual-reality-goggles/>, своб.
4. Leap Motion for Virtual Reality [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.leapmotion.com/product/vr>, своб.
5. Lamberti F., Sanna A., Carlevaris G. and Demartini C. Adding pluggable and personalized natural control capabilities to existing applications. *Sensors*. – 2015. – V. 15(2). – P. 2832–2859.



Довгань Александра Николаевна

Год рождения: 1993

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра графических технологий, группа № P4170

Направление подготовки: 09.04.02 – Информационные системы
и технологии

e-mail: Aleksandra-dv@yandex.ru



Меженин Александр Владимирович

Год рождения: 1959

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра графических технологий, к.т.н., доцент

e-mail: mejenin@mail.ru



Бурлов Дмитрий Игоревич

Год рождения: 1988

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра графических технологий, аспирант

Направление подготовки: 09.06.01 – Информатика и вычислительная
техника

e-mail: burloff@mail.ru

УДК 004.925

ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕРАКТИВНОГО МУЛЬТИМЕДИЙНОГО МАППИНГА В СОВРЕМЕННЫХ СЦЕНИЧЕСКИХ ПОСТАНОВКАХ

Довгань А.Н., Меженин А.В., Бурлов Д.И.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Меженин А.В.

В работе описано такое явление, как видеомэппинг, а именно его использование как визуально-зрелищного средства в сценических постановках. Рассмотрены основные виды проекций, использующиеся в данное время в постановках, проведено сравнение и анализ данных проекций, проведен непосредственный практический эксперимент.

Ключевые слова: сценические постановки, видеомэппинг, проекция.

Видеомэппинг – аудиовизуальная технология, которая создается с помощью проектора, специального программного обеспечения и специально подготовленного контента. Представляет из себя способ нанесения виртуального изображения (видео, либо статичных изображений) на реальный объект с учетом его формы, границ и положения в пространстве. Таким образом, видеомэппинг позволяет нам превратить любую поверхность в

динамический экран и изменять визуальные характеристики любого объекта. Видеомэппинг постепенно становится частью визуальной передачи информации, используется в некоторых сферах жизни – в культурной, в рекламной, развлекательной. Далее рассматривается применение мэппинга в театральной сфере [1, 2].

Проекция по видам, используемые в сценических постановках можно разделить на два типа: прямая проекция и обратная. При использовании прямой проекции проектор устанавливается перед экраном, со стороны зрительного зала. При обратной проекции проектор устанавливается за экраном со стороны сцены [3].

Каждый из этих способов имеет ряд преимуществ и недостатков. Если рассматривать прямую проекцию, то важным фактом является угол падения луча проектора. Для того чтобы избежать засветок актеров проекцией, проектор должен располагаться ближе к сцене и так, чтобы луч падал под острым углом. Только тогда можно добиться максимальной «чистоты» конечного результата. Данный вид не подходит, если на сцене используются массивные декорации, которые перекрывают большую площадь экрана, на который осуществляется проекция.

В таких случаях специалисты прибегают к обратным проекциям. Для данного вида проектор располагают за экраном для проекции, что требует большого количества свободного места – порядка 20 метров. Данное условие могут обеспечить не все театральные залы. В случае использования обратной проекции полностью исключается засветка актеров или перекрытие проекции массивными декорациями. Также данный вид проекции позволяет не бояться того, что луч от проектора будет перебиваться осветительными приборами сцены, а следовательно, изображение на экране будет получаться ярче.

Для создания контента проекций используется различное программное обеспечение (ПО). В основном это AdobeAfterEffect, AutodeskMaya и 3dsMax – средства, позволяющие создавать 3D-сцены и анимацию. Для непосредственного проецирования на экран используются такие программы, как, например, VVVV.

Примерами постановок с использованием видеомэппинга являются такие мюзиклы, как: «Пола Негри» (Польша), «Мастер и Маргарита» (Россия, Санкт-Петербург, Мюзикхолл), «Золотой Петушок» (Москва, Большой театр), «Макбет» (совместная постановка Франции и России, Новосибирск). В постановке «Пола Негри» и «Мастер и Маргарита» применяется обратная проекция, в постановках «Золотой петушок» и «Макбет» – прямая.

В рамках выполнения данной работы осуществлена постановка мюзикла «Играем Шекспира» с использованием мультимедийных мэппинг-декораций. Открытая репетиция мюзикла состоялась на сцене Университета ИТМО.

Для проецирования используется способ прямой проекции, так как конструкция сцены не позволяет устанавливать проектор за плоскостью экрана. К тому же область для проецирования является не сплошным экраном, а конструкцией со специальными баннерами, подходящими для проекций.

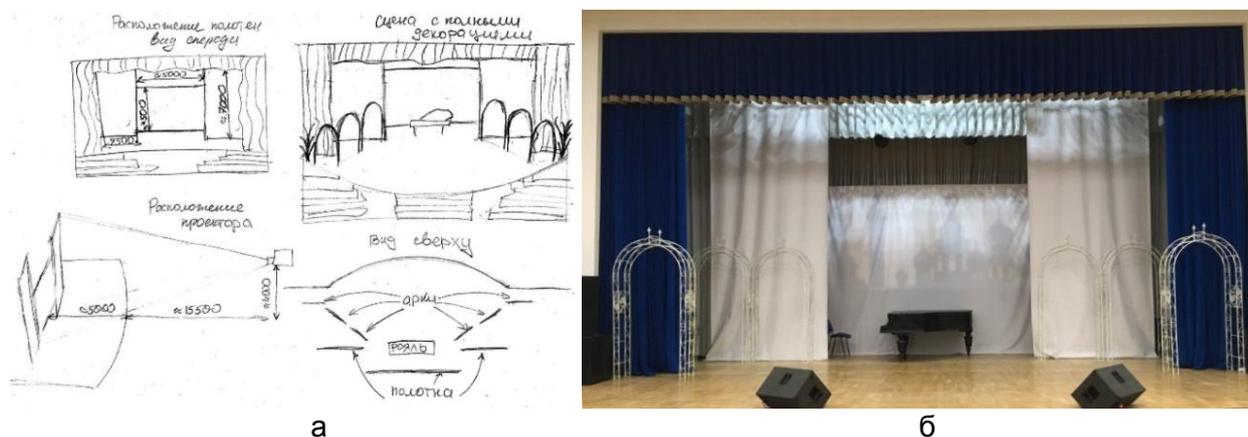


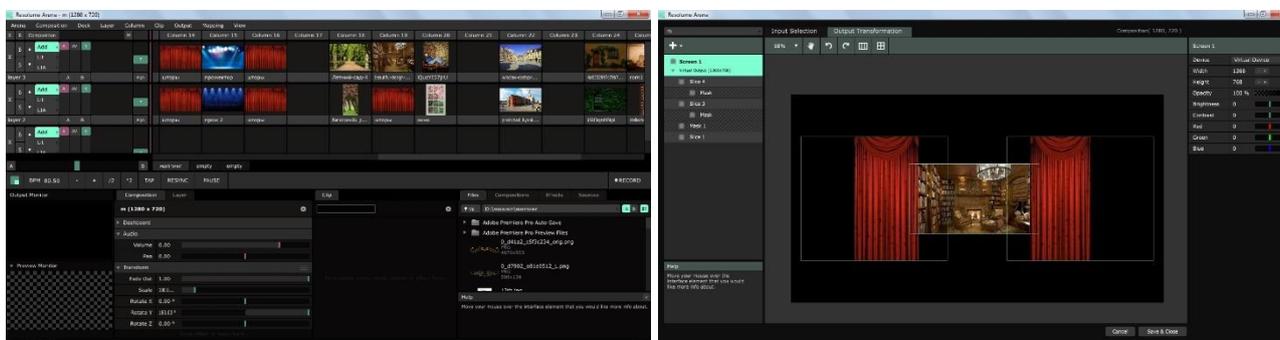
Рис. 1. Эскиз сценического пространства (а); итоговый вид конструкции полотен (б)

Был разработан эскиз сцены и план размещения декораций, полотен для проекции и проектора (рис. 1). Пространство для проецирования было поделено на две зоны – центральная часть, используемая для видеодекораций и две боковые части, на которые проецировалось статичное изображение – тем самым удалось получить эффект перспективы и объема. Для того чтобы снизить потерю яркости картинки при работе светового оборудования, был оговорен сценарий света – было принято решение отказаться от постоянной заливки сцены светом в тех сценах, где данное условие не являлось обязательным, использовались боковые осветительные приборы (рис. 2).



Рис. 2. Фото декораций с открытой репетиции мюзикла «Играем Шекспира»

Особенность данного проекта заключается в том, что используется ПО для «виджеинга» – клубного проявления визуального средства передачи – проецирование и смена заранее подготовленных видеофайлов в реальном времени под музыку. Конкретным примером такого ПО является ResolumeArena (рис. 3).



а

б

Рис. 3. Рабочее окно программы ResolumeArena (а); окно работы с масками в программе ResolumeArena (б)

Использование именно средств для «виджеинга» позволяет сменять контент декораций в конкретный момент времени, когда это необходимо, так как игра актеров может быть непредсказуемой, поэтому жесткий просчет тайминга здесь не подходит. Тем самым можно подстроиться под любую ситуацию на сцене.

Литература

1. Maniello D. Augmented Reality in Public Spaces. Basic Techniques for Video Mapping. – V. 1. – Le Penseur Publisher, 2015. – 244 p.
2. Гивентарь Д. Основы 3D-маппинга // LIGHT.SOUND.NEWS. – 2012. – № 6. – С. 72–73.
3. Christie Digital Systems USA, Inc. The book of transformation. – 2013.

**Дорошина Наталья Валерьевна**

Год рождения: 1991

Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий,
кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем,
группа № P4264Направление подготовки: 11.04.03 – Конструирование и технология
электронных средств

e-mail: cherduck@mail.ru

**Рой Роман Сергеевич**

Год рождения: 1992

Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий,
кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем,
группа № P4264Направление подготовки: 11.04.03 – Конструирование и технология
электронных средств

e-mail: rollsroys007@gmail.com

**Лихачева Татьяна Сергеевна**

Год рождения: 1994

Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий,
кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем,
группа № P4264Направление подготовки: 11.04.03 – Конструирование и технология
электронных средств

e-mail: lihtanse@mail.ru

УДК 66.022

**АНАЛИЗ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРОТОТИПИРОВАНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ
НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ RP-ТЕХНОЛОГИЙ****Дорошина Н.В., Рой Р.С., Лихачева Т.С.****Научный руководитель – к.т.н., доцент Кузнецов А.Ю.**

В работе описываются принципы метода RP-технологий и проведен обзор материалов, подходящих для прототипирования печатных плат в условиях, определяемых особенностями комплекса автоматизации проектирования и прототипирования электронных средств. Работа нацелена на выявление материалов, соответствующих требованиям задач, поставленных при разработке этого комплекса.

Ключевые слова: прототипирование, печатные платы, RP-технологии, ЧПУ, полимеры, расходный материал, 3D-печать.

Развитие RP-технологий (Rapid Prototyping – быстрое прототипирование) раскрывает возможности быстрого и качественного производства во многих сферах, что является поводом для исследований возможности применения данных технологий при прототипировании печатных плат. В перспективе данный способ значительно упрощает создание прототипов, что, в свою очередь, определяет целесообразность выбора данной технологии для реализации задач, поставленных при разработке комплекса автоматизации проектирования и прототипирования электронных средств (КАПиПЭС).

Исследование материалов играет ключевую роль в подготовке к прототипированию печатных плат. Необходимо изучить характеристики материалов, их совместимость и подобрать наиболее оптимальные по химическим и физическим свойствам. Помимо непосредственно материалов, важным моментом является их потенциальная совместимость с разрабатываемым

КАПиПЭС, на котором впоследствии будут проводиться опыты прототипирования электронных средств. Как сам процесс изготовления прототипа, так и установка имеют ряд ограничений, которые необходимо учитывать для создания рабочего и наиболее качественного прототипа.

Подбор материалов осуществляется в соответствии со следующими характеристиками комплекса:

- максимальная температура экструдера печатающей головки 250°C;
- максимальная температура стола 150°C.

КАПиПЭС предназначен для эксплуатации в следующих условиях (в соответствии с ГОСТ 15150-69): климатическое исполнение – умеренно-холодный климат, категория размещения – 4 (в закрытом помещении с вентиляцией и отоплением), что повышает требовательность к пониженной токсичности материалов.

Суть метода RP заключается в технологии послойного наращивания материала. Способ RP в современном понимании является частью аддитивных технологий, отвечающей за прототипирование методами послойного синтеза. Эти технологии охватывают все области синтеза изделий, будь то прототип, опытный образец или серийное изделие. Аддитивные технологии производства позволяют изготавливать любое изделие послойно на основе компьютерной 3D-модели.

RP-технологии имеют множество вариаций методов, в данной работе рассмотрен один из методов, имеющих в доступе, для применения в качестве рабочего материала КАПиПЭС. Предварительное тестирование материалов проводилось на установке 3D-принтера по технологии FDM, которая предполагает послойное построение изделия из расплавленной пластиковой нити.

FDM-принтеры работают с различными типами пластиков, самыми популярными и доступными из которых являются ABS и PLA. Процесс печати в рамках этой технологии называется экструзионным и подразумевает создание слоев за счет экструзии материала в виде микрокапель или тонких струй. Расходный материал (например, термопластик) поставляется в виде катушек, с которых материал подается в печатающую головку, называемую «экструдером». Последний, в свою очередь, нагревает материал до температуры его плавления с последующим выдавливанием расплавленной массы через сопло [1].

В качестве расходных материалов используются всевозможные полимеры, включая акрилонитрилбутадиенстирол (ABS), поликарбонат (PC), полилактид (PLA), полиэтилен высокого давления (HDPE), смеси поликарбоната и ABS-пластика, полифениленсульфон (PPSU) и др. Полимеры делятся на две большие группы: термопласты и реактопласты. К реактопластам относятся, к примеру, эпоксидные и полиэфирные смолы. Термопласты относятся к тем полимерам, которые могут многократно перерабатываться и формоваться без существенных структурных изменений и ухудшения их механических характеристик [2].

Молекулярная масса полимера имеет существенное, а во многом и определяющее значение, обуславливая такие свойства полимера, как его текучесть, ударостойкость и в целом прочность конечного изделия.

Есть две основные группы термопластов, выделяемые по типу построения макромолекулы:

1. гомополимеры (состоят из одинаковых по составу повторяющихся мономерных звеньев). К гомополимерам можно отнести гомополимер стирола – полистирол (PS) или гомополимер пропилена – полипропилен (PP);
2. сополимеры (цепочки молекул которых состоят из двух или более различных структурных звеньев). К этой группе относятся, например, ABS.

Среди сополимеров, в свою очередь, выделяются блок-сополимеры, макромолекулы которых состоят из регулярно или статистически чередующихся гомополимерных блоков, различающихся по составу или строению. К числу блок-сополимеров относятся термоэластопласты, макромолекулы которых состоят из блоков термопластов (полистирол, полиэтилен, полипропилен) и гибких блоков эластомеров (полибутадиен, полиизопрен,

статистические сополимеры бутадиена со стиролом (PBS), (SBS), (SBR) или этилена с пропиленом (EPDM)).

Термопласты можно условно разделить еще на две основные группы: аморфные и частично кристаллизующиеся. К аморфным термопластам относятся, полистирол (PS), ударопрочный полистирол (HIPS). К частично кристаллизующимся полимерам относятся полипропилен (PP), полиэтилен (PE), полиамиды (РА 6, РА 66 – нейлон), полиэтилентерефталат [3].

Диэлектрические характеристики. Наиболее выдающимися диэлектрическими характеристиками обладают поликарбонаты и нейлон. ABS – 12–15 МВ/м, PLA – около 13 МВ/м.

Термоустойчивость. Достаточно высокие показатели термоустойчивости у пластика ABS – от 90°C до 110°C. А температуры плавления наиболее оптимальные у пластиков PLA (173–178°C), PVA (160–175°C), ABS (180°C), нейлон (218°C).

Усадка. Кристаллизующиеся материалы имеют высокий уровень усадки и анизотропии. Полиамида (нейлона) – усадка 1,5–2,5%, полипропилена (PP) – усадка 1,8–2,5% или полиэтилена (PE) – усадка 2,0–5,0%. Усадка ABS колеблется от 0,4 до 2,0% в зависимости от марки. Усадка полистирола (PS) от 0,4 до 0,8%. Усадка бутадиен-стирольных каучуков и HIPS во многом зависит от содержания в их составе стирола и способа их полимеризации и составляет в зависимости от марки 0,3–2%. Усадка пластиков марки Filamentarno! составляет 0,3–1,3%.

В отличие от межслоевой адгезии, которая имеет свои финальные значения, тепловое расширение аморфных полимеров с увеличением температуры не прекращается вплоть до начала их термической деструкции. Для ABS пластиков она начинается в районе 260°C, для пластиков Filamentarno! 250°C, для PLA – это 220–230°C. Чем большему термическому расширению был подвергнут пластик, тем большей будет его дальнейшая усадка после остывания [4]. Следовательно, не рекомендуется печатать при температурах, больших, чем минимально достаточные для хорошей адгезии между слоями.

Гигроскопичность. По этому параметру наиболее практичен пластик ABS – его показатели впитывания влаги составляют 0,2% от собственного веса. Немного выше показатели пластика РА-66 (полиамид, нейлон) – 0,4% от собственного веса. А пластик PLA в зависимости от марки, температуры и влажности способен впитать от 1% до 4% влаги от собственного веса.

На базе собранных данных выявлено, что наиболее подходящим (из доступных на данный момент) расходным материалом для прототипа печатной платы является PLA. По физико-химическим свойствам данный материал отличается достаточной термоустойчивостью, безопасностью (материал нетоксичен, в отличие от других), минимальной деформацией при изменении температуры, в том числе при остывании после печати (например, в отличие от ABS), хотя и уступает другим материалам по гигроскопичности. По диэлектрическим свойствам наиболее подходящим является поликарбонат. Серия печати тестовых реплик на имеющемся оборудовании указывает на недостатки технологии (неоднородность распечатанного материала), что указывает на необходимость ее доработки. В перспективе намечается ряд опытов для оценки взаимодействия пластика с текстолитом, пайки, использование нескольких экструдеров, исследование возможностей фрезеровки проводников и подбор оптимального метода нанесения металлического покрытия на пластик.

Литература

1. Гибсон Я., Розен Д., Стакер Б. Технологии аддитивного производства: трехмерная печать, быстрое прототипирование и прямое цифровое производство / Пер. с англ. И.В. Шишковского. – М.: Техносфера, 2016. – С. 332.

2. Зорина Э.Ф., Зелева Г.М. Физика и химия полимеров: учебное пособие. – Омск: ОГИС, 2003. – С. 52–55.
3. Кондрашин А.А., Лямин А.Н., Слепцов В.В. Современные технологии изготовления трехмерных электронных устройств: методическое пособие. – М.: ТЕХНОСФЕРА, 2016. – С. 113.
4. Тонкости 3D-печати. Часть 1. Полимеры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://3dtoday.ru/blogs/filamentarno/the-intricacies-of-3d-printing-part-1-polymers/>, своб.



Елистратов Вячеслав Дмитриевич

Год рождения: 1992

факультет систем управления и робототехники, кафедра электротехники и прецизионных электромеханических систем, аспирант

Направление подготовки: 09.06.01 – Информатика и вычислительная техника

e-mail: vdelist@corp.ifmo.ru

УДК 681.587.72

ПРИМЕНЕНИЕ H_∞ ОПТИМИЗАЦИИ К ЗАДАЧЕ СЛЕЖЕНИЯ

Елистратов В.Д., Ильина А.Г.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Ильина А.Г.

В работе рассмотрен синтез робастного регулятора положения двухмассового экспериментального стенда К01-Э418-00-00. Регулятор рассчитывается на основе теории ограничения H_∞ нормы передаточной функции угла поворота второй массы по возмущению, которым выступают моменты нагрузки на первую и вторую массу. Синтезированная система обладает свойством робастности, а также астатизмом второго порядка по задающему воздействию и первого порядка по возмущающему воздействию.

Ключевые слова: норма передаточной функции, робастность, астатизм, электропривод.

Следящий электропривод – объект управления, характеризующийся рядом особенностей. К ним можно отнести несколько резонансных пиков логарифмической амплитудной характеристики, вызванных нежесткостью механической конструкции электропривода, неравномерный момент трения в подшипниках, и так далее. Помимо этого, к системам регулирования положения таким объектом предъявляются следующие требования: слежение за объектом,двигающимся с постоянной скоростью, малая величина среднеквадратичного отклонения (СКО) в режиме слежения, парирование статических возмущений. Данные требования приводят к необходимости синтеза такого регулятора, который бы обладал астатизмом второго порядка по задающему воздействию – это позволит отслеживать сигналы, изменяющиеся с постоянной скоростью, и астатизмом первого порядка по возмущающим воздействиям – это позволит парировать набросы моментов нагрузки на массы, например, порывы ветра. Помимо этого, из-за невозможности точно идентифицировать объект управления, желательно, чтобы синтезированный регулятор обладал свойством достаточной робастности к неточной идентификации электропривода.

Одним из самых современных способов управления в классической теории автоматического управления является регулирование с ограничением H_∞ – нормы интересующей передаточной функции. Ограничивая эту норму, которая, по сути, является максимумом коэффициента усиления передаточной функции во всем частотном диапазоне, мы ограничиваем реакцию системы на входной сигнал. Воспользуемся этим способом для синтеза требуемого регулятора.

Для начала следует корректно математически описать объект управления. В качестве основы будет использоваться математическая модель двухмассового объекта с известными параметрами:

$$\begin{cases} \frac{dM}{dt} = -\frac{1}{T_e} M - \frac{C_e C_m}{2rT_e} \omega_1 + \frac{C_m}{2rT_e} u \\ \frac{d\omega_1}{dt} = \frac{1}{J_1} M - \frac{1}{J_1} M_{12} - \frac{1}{J_1} M_{c1} \\ \frac{dM_{12}}{dt} = c_{12} \omega_1 - c_{12} \omega_2 \\ \frac{d\omega_2}{dt} = \frac{1}{J_2} M_{12} - \frac{1}{J_2} M_{c2} \\ \frac{d\alpha}{dt} = \omega_1 \end{cases},$$

где M – электромагнитный момент, создаваемый электромеханическим преобразователем; T_e – электромагнитная постоянная времени; r – активное сопротивление обмотки двигателя; J_1 – момент инерции первой массы; C_m – константа момента двигателя; J_2 – момент инерции второй массы; c_{12} – жесткость механической связи между первой и второй массой; M_{12} – момент скручивания вала, соединяющего первую и вторую массы; ω_1 – угловая скорость вращения первой массы; ω_2 – угловая скорость вращения второй массы; α – угол поворота вала; M_{c1} – момент нагрузки на первую массу; M_{c2} – момент нагрузки на вторую массу. Детализированную структурную схему (ДСС) системы, описанной выше, необходимо привести к стандартной ММО-модели управления [1] для расчета искомого регулятора. Стандартная модель представлена на рис. 1.

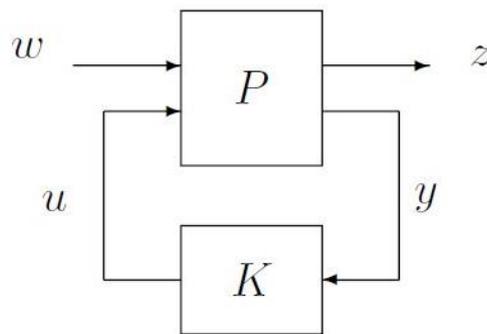


Рис. 1. Стандартная ММО-модель управления: P – объект управления; K – искомый регулятор; w – вектор возмущений; u – вектор управления; z – вектор контролируемых сигналов; y – вектор измеряемых величин

Для нашей задачи сформируем эти векторы следующим образом: вектор управления будет состоять из сигнала управления u , вектор помех будет состоять из моментов сопротивления вращению первой и второй массам и дополнительного сигнала шума измерения $dist$, вектор контролируемых сигналов будет состоять из величин $W_\alpha \alpha$ и $W_u u$, где W_α и W_u – весовые функции, определяющие требования к переходному процессу контролируемых нами величин, и выбираемые произвольно. А вектором измеряемой величины (к которой добавляется сигнал $dist$) – сигнал энкодера, расположенного на вале. В данном случае весовая функция сигнала управления была принята константой, а угла

поворота – передаточной функцией второго порядка. Полученная ДСС представлена на рис. 2 и имеет седьмой порядок.

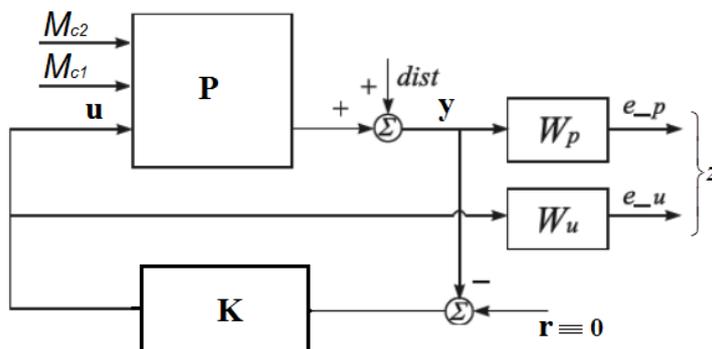


Рис. 2. ДСС-объекта, приведенного к стандартной MIMO-схеме

Данная математическая модель описывается в уравнениях пространства состояний. Тогда искомым регулятор для данного объекта ищется на основе алгоритма, описанного в [2], который был реализован как путем написания соответствующей программы в MATLAB. Также можно воспользоваться уже вложенной в MATLAB функцией `hinfscn`. Полученный регулятор имеет седьмой порядок, как и у объекта управления. Математическая модель системы управления с полученным регулятором представлена на рис. 3.

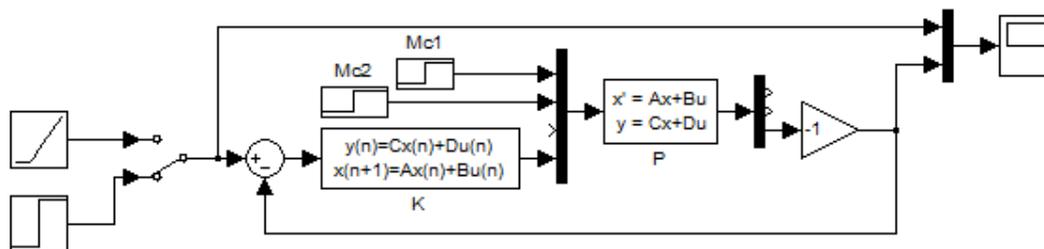


Рис. 3. Система управления с H_∞ регулятором

В имитационном эксперименте регулятор демонстрирует наличие желаемых характеристик и применен для построения системы управления (СУ) экспериментальным стендом. Затем был проведен эксперимент по слежению за сигналом, координата которого менялась с постоянной скоростью, на стенде K01-Э418-00-00 кафедры ЭТиПЭМС Университета ИТМО, переходный процесс, в результате которого в синтезированной замкнутой системе со стендом показан на рис. 4.

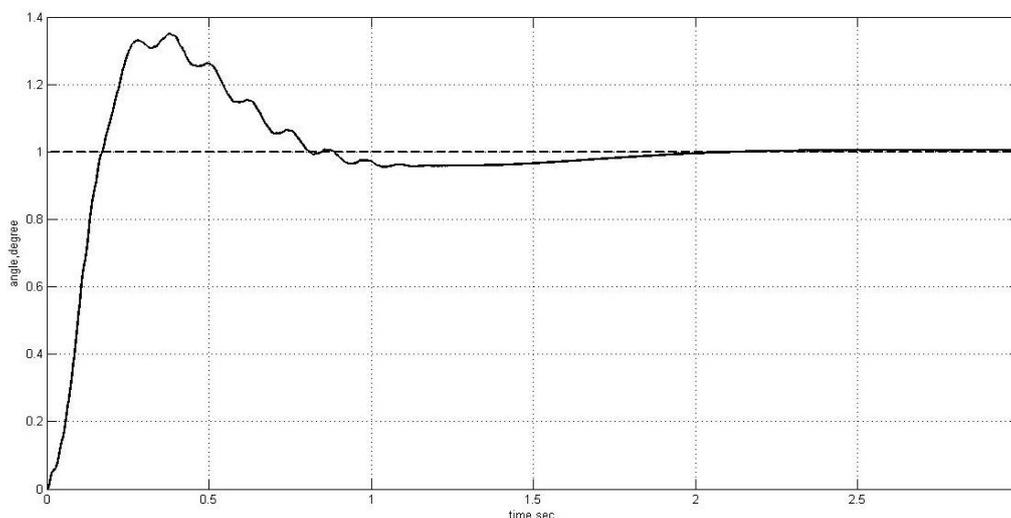


Рис. 4. Переходный процесс системы управления стендом при реакции на единичное ступенчатое воздействие

Также были проведены эксперименты по слежению за сигналом, координата которого менялась с постоянной скоростью – на скоростях от 1 до 8 градусов в секунду. Регулятор на стенде демонстрирует астатизм второго порядка по задающему воздействию и СКО до 1 угловой минуты во всех экспериментах. Точные величины СКО представлены в таблице.

Таблица. Значения величин СКО

Скорость, %с	1	2	4	8
СКО, "	30	55	56	58

В результате проделанной работы на двухмассовом стенде К01-Э418-00-00 кафедры ЭТиПЭМС была реализована следящая СУ с регулированием нормы H_∞ . Система обладает астатизмом второго порядка по задающему воздействию, первого – по возмущающим воздействиям, и обладает, в том числе свойством робастности [3]. СКО сигнала слежения на скорости до 8 градусов в секунду не превышает одной угловой минуты и может быть уменьшена за счет более точного математического описания объекта управления.

Литература

1. Gu D.W., Petkov P., Konstantinov M.M. Robust control design with MATLAB®. – Springer Science & Business Media, 2005. – 389 p.
2. Егупов Н.Д. и др. Методы робастного, нейро-нечеткого и адаптивного управления. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 744 с.
3. Елистратов В.Д., Ильина А.Г. Робастное управление следящим электроприводом с нежестко присоединенной нагрузкой с ограничением нормы H_{∞} // Вестник Астраханского государственного технического университета. – 2016. – № 4. – С. 89–94.

Ефимов Илья Анатольевич

Год рождения: 1993

Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий,
кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем, группа № P4155

Направление подготовки: 10.04.01 – Информационная безопасность

Тимофеева Анна Алексеевна

Год рождения: 1994

Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий,
кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем, группа № P4155

Направление подготовки: 10.04.01 – Информационная безопасность

УДК 004

ПРОБЛЕМЫ АНАЛИЗА ЗАЩИЩЕННОСТИ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Ефимов И.А., Тимофеева А.А.

Научные руководители: к.т.н., доцент Бондаренко И.Б.; к.т.н., доцент Кузнецов А.Ю.

В работе рассмотрены атаки на криптографические методы, обеспечивающие защиту телекоммуникационных систем. Описаны такие ключевые понятия, как: атаки вызова ошибок, атаки по времени выполнения, атаки через анализ энергопотребления, атаки через анализ электромагнитного излучения.

Ключевые слова: телекоммуникация, телекоммуникационная система, атака, криптосистема, криптоалгоритм, уязвимость, шифрование, защита.

При разработке криптосистем и протоколов безопасности часто учитывают условные предположения относительно их работы. Конечная реализация представляется в форме идеальной «черного ящика», что исключает любые случаи внутреннего наблюдения или вмешательства со стороны злоумышленника. При таких предположениях уровень защищенности определяется только математическими свойствами криптоалгоритмов и размером их секретных параметров. В

реальности эти механизмы безопасности не способны сами по себе обеспечить практический уровень безопасности. Большинство известных атак на криптографические системы используют уязвимости именно в реализации криптоалгоритмов. Такие уязвимости позволяют злоумышленнику полностью сломать или значительно ослабить теоретическую устойчивость конечных решений безопасности и произвести типы атак, представленных далее.

- Атаки по времени выполнения (timing attacks). Время выполнения операций криптосистемы может различаться в зависимости от входных данных. Причинами этого могут быть: оптимизация кода, условные переходы и разветвления в алгоритме, использование кэш-памяти, выполнения процессорных инструкций по неодинаковому количеству тактов (умножение и деление) и т.д. Изменения временных параметров могут предоставлять злоумышленнику дополнительную информацию, а порой и знания о реализации (внедрения) системы или даже позволять полностью восстановить секретные параметры после правильной статистической обработки. Timing-атакам подлежат как асимметричные, так и симметричные криптосистемы. В частности, показательна атака на операцию возведения в степень по модулю ($ux \bmod P$), которая используется в асимметричных криптосистемах Диффи Хеллмана и RSA. Операция модульной коррекции также часто выполняется в криптосистемах. Для ее эффективного выполнения применяется алгоритм Монтгомери, который сглаживает временные характеристики. Однако отмечается, что некоторые изменения во времени прослеживаются. Подобная уязвимость касается также оптимизации RSA свойствами китайской теоремы излишков (КТЛ). Отмечается возможность атак по времени выполнения и для алгоритмов цифровой подписи. В частности, уязвимым выглядит американский стандарт DSS. Серия атак по времени выполнения на ряд блочных шифров рассматривается в работе. К timing-атакам уязвимы: Диффи Хеллмана, RSA, DSS, RC5, IDEA, Blowfish, DES. Наилучшим вариантом противодействия данным атакам является отсутствие в алгоритме шифрования операций, время выполнения которых зависит от обрабатываемых данных. Для предотвращения таких атак применяются следующие решения: выполнения критических операций в фиксированное время независимо от данных; маскировка времени выполнения операций (внедрение случайных задержек, выполняют зашумляющие операции и т.д.); обходу условных переходов и ветвлений в алгоритмах; использование техники «слепых вычислений» (blinding).
- Атаки вызова ошибок (faultattacks). Рассматривают два основных типа атак вызова ошибок. Первый тип каналов вызван вычислительными ошибками в криптографических операциях устройства (инициирует атакуемый). Эти ошибки могут вызываться как случайно, так и намеренно, например, под действием изменения тактовой частоты или напряжения питания. Второй тип каналов вызван подачей на вход системы некорректных данных. В научной литературе первая атака вызова ошибок была представлена для схемы цифровой подписи RSA и нескольких протоколов идентификации. Особенностью атаки является то, что она требует лишь одного ложного вычисления цифровой подписи. На основании полученного ложного значения можно определить факторы p и q . Позже были представлены атаки на системы цифровой подписи ElGamal и DSA. Уязвимы к атакам также схемы шифрования на основе эллиптических кривых. Такие атаки имеют успех, если вызванная ошибка при дешифровке производит точку, не находящуюся на заданной эллиптической кривой. Отмечается уязвимость ряда популярных блочных шифров IDEA, RC5, Blowfish. С теоретической точки зрения дифференциальная атака вызова ошибок пригодна к почти всем симметричным криптосистемам. Если предположить, что злоумышленник может повлечь одну и ту же ошибку дважды подряд, лучшим мероприятием по противодействию атаке может быть двойное выполнение всех (или части) раундов блочного шифра. Результатом таких мероприятий будет сниженная производительность. Примерами других решений для защиты от атак являются: проверка целостности секретных параметров в конце вычисления цифровой подписи, проверка цифровой подписи перед его выходом из системы, проверка принадлежности точки заданной эллиптической кривой, использование контрольных сумм, рандомизация выполнения, проверка счетчиков.

- Атаки через анализ энергопотребления (power analysis attacks). Для атак через анализ энергопотребления уязвимы: DES, все алгоритмы использующие с своей структуре таблицы перестановок, RSA, AES, COPM128 и т.д. Среди предложенных на сегодня мер для противодействия атакам можно выделить следующие: балансировки энергопотребления через применение дополнительных регистров и вентилях; снижение мощности сигнала с ПКВИ за счет использования постоянного пути выполнения кода, инструкций с меньшим сигналом утечки и т.д.; добавление шумовых сигналов в измерения энергопотребления (за счет включения случайных вычислений); маскировки секретных параметров; рандомизация секретных параметров системы (эллиптических кривых); избежание процедур, использующих секретные параметры для условных переходов и ветвлений. Защита от дифференциальных атак через анализ энергопотребления сих пор остается актуальной проблемой, поскольку эта неинвазивная атака не подлежит эффективному выявлению.
- Атаки через анализ электромагнитного излучения (EM Attack). Электронное устройство во время работы осуществляет электромагнитное излучение. Злоумышленник, наблюдающий эти излучения, может получить значительный объем информации о реализации и секретные данные. На сегодня атаки через анализ ЭМИ могут быть полностью неинвазивными, измеряя излучения на расстоянии. В современной литературе выделяют два типа таких излучений: прямые или предполагаемые и случайные излучения. Первый тип излучений вызван обычными потоками тока. Причиной случайных излучений служат структурные соединения и некоторые виды модуляции. Реальное преимущество современных атак заключается в использовании именно случайных излучений. Причем в таком случае ЭМИ выглядит многоканальным, что способствует компрометации данных даже в устойчивых к дифференциальным атакам через анализ энергопотребления устройств. Уязвимыми перед атакой являются: DES, AES, RSA, COPM128 и т.д. В качестве средств противодействия атакам через анализ ЭМИ выделяют две категории: уменьшение интенсивности сигнала и уменьшение информативности сигнала излучения. Первые средства включают защищенное конструирование устройства с целью уменьшения каналов случайных излучений в системе, экранирование критических компонентов и т.д. Вторая группа мероприятий предусматривает рандомизацию процесса вычислений и другие методы, описанные ранее, для противодействия класса атак через энергопотребление, с целью уменьшения эффективности статистических методов анализа.



Жакыпов Акторе Оналбайулы

Год рождения: 1994

Факультет низкотемпературной энергетики,

кафедра кондиционирования воздуха, группа № W4112

Направление подготовки: 16.04.03 – Холодильная, криогенная

техника и системы жизнеобеспечения

e-mail: Aktore_94-kz@mail.ru

УДК 621.564; 622.4

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК, РАБОТАЮЩИХ НА БИОМАССЕ

Жакыпов А.О.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Рахманов Ю.А.

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615877 «Исследование и разработка финансовых, эколого-экономических и организационных методов и инструментов трансфера инновационных технологий в условиях устойчивого развития».

В работе рассмотрено использование биомассы в качестве отопительного материала, которую можно использовать централизованно, другими словами, весь район либо маленький город отапливается от одной

котельной, работающей на сжигании биомассы. Также можно использовать особые котлы в личном порядке на один дом.

Ключевые слова: биомасса, пеллеты, биотопливо, опил, щепа, древесная стружка, топливо, экология.

Биомасса является возобновляемым и недорогим способом получения тепла для отопления коттеджей и больших зданий. Возобновляемые источники энергии также оказывают благотворное влияние на климат, так как они уменьшают выбросы парниковых газов – углекислого газа. Биомасса включает в себя все органические вещества растительного и животного происхождения, такие как древесная стружка, щепа, опил, брикеты, пеллеты, гранулированная солома, зерновые злаки.

Нефть и газ продолжают расти, и будут продолжать расти в дальнейшем. Причинами этого являются их внедрение наименее продвинутыми странами, как основной доход от собственных энергетических ресурсов (ископаемого горючего), и более того, как потребности населения продолжают расти резвыми темпами, так и потребление нефти и газа возрастает резвыми темпами. Но есть всему этому кандидатура – развивающиеся страны, не имеющие собственных энергоископаемых, употребляющих возобновляемые такие источники энергии, как биотопливо.

Около 2-х третей населения земного шара нагревает воду методом сжигания биомассы, и это обычно – древесная порода. Этот обычный пример даст ответы на многие вопросы, касающиеся энергии, тепла и экономии средств [1].

Биомасса – это старый источник энергии, наверняка, начало топливной революции в дальнейшем. В течение сотен тысяч лет люди использовали биомассу в виде древесного горючего, древесного угля, растительные и животные отходы, как источник тепла [2]. Биомассу на данный момент нередко именуют другим источником энергии, так как она потенциально может понизить нашу зависимость от ископаемого горючего (уголь, нефть и природный газ). Это новое внедрение биомассы все еще находится в экспериментальной стадии.

Биомассу в качестве отопительного материала можно использовать централизованно, другими словами, весь район либо маленький город отапливается от одной котельной, работающей на сжигании биомассы. Также можно использовать особые котлы в личном порядке на один дом [3].

Предполагается, что в дальнейшем они будут набирать популярность. С учетом тенденций топливного рынка можно сказать, что они будут одним из самых экономичных способов отопления.

Топливо для таких котлов производится многими производителями повсеместно, без наличия какой-либо специальной производственной базы, соответственно, является недорогим для потребителя [4]. Поскольку дерево будет использоваться еще много лет, древесные пеллеты будут достаточно распространены.

У биомассы как источника энергии есть и сторонники, и противники. Противники настаивают на том, что ископаемой энергии в недрах Земли еще хватит на несколько поколений, и средства, которые вкладывают в развитие и исследование данной отрасли, можно было бы издержать на что-то более животрепещущее по их воззрению [5].

Но, как указывает жизнь, ничего нескончаемого не бывает и многие ученые своими расчетами обосновали, что до конца этого столетия, это по жизнеутверждающим прогнозам, газа и нефти в недрах не останется, а если и останется, то ее добыча будет очень дорогостоящей.

К тому же парниковый эффект вносит свою лепту в осознание людьми глобальных заморочек, с которыми человек сталкивается все почаще и почаще. Это и поднятие уровня Мирового океана, и неизменные тайфуны, ливни, оползни, цунами, землетрясения [6]. Природа просит заботы о себе. И если население земли продолжит также бесцеремонно откачивать из Земли все ресурсы и загрязнять природу, то последствия могут быть очень плачевными.

Вот поэтому многих людей в различных странах заботит разработка новых возобновляемых источников энергии, которые бы не только лишь служили человеку, да и на природу повлияли более человечно [7].

Литература

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://energo.delo.ua/en-ergo-government-policy/v-ukraine-hotjat-vvesti-objaza-telnuju-sertifikaciju-energoeffekt-286852>, своб.
2. Bez-zubko L.V., Pyashevich S.A. et al. Modern problems of reform and development of housing and communal services: Monograph // For total. Ed. Doctor of Economics, prof. V.V. Dorofienko. – Donetsk: Nordcomputer, 2009. – 237 p.
3. Биоэнергетика: получает энергию из отходов, общественная организация «Леставица». – Донецк, 2008. – 20 с.
4. Биоэнергетика вместо газа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.epravda.com.ua/publications/2015/01/9/520368/>, своб.
5. Научная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/energoberezhenie-v-zhilischno-kommunalnom-hozyaystve-ukrainy#ixzz4QSkngyX>, своб.
6. Bioenergy: receives energy from waste, public organization «Lestavitsa». – Donetsk, 2008. – 20 p.
7. Научно-технический центр «Биомасса» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.biomass.kiev.ua>, своб.



Жидков Егор Александрович

Год рождения: 1994

Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем, группа № P4155

Направление подготовки: 10.04.01 – Информационная безопасность
e-mail: bones86@mail.ru



Левкович Станислав Сергеевич

Год рождения: 1993

Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем, группа № P4155

Направление подготовки: 10.04.01 – Информационная безопасность
e-mail: levkovich_stas@mail.ru



Горбатов Александр Юрьевич

Год рождения: 1994

Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем, группа № P4155

Направление подготовки: 10.04.01 – Информационная безопасность
e-mail: langren@ro.ru



Левчук Кирилл Эдуардович

Год рождения: 1995

Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем, группа № P4155

Направление подготовки: 10.04.01 – Информационная безопасность

e-mail: levchuk.k.e@gmail.com

УДК 004.772

СИСТЕМА «УМНЫЙ ДОМ»: СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И РАЗРАБОТКИ

Жидков Е.А., Левкович С.С., Горбатов А.Ю., Левчук К.Э.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Соловьев Д.В.

В работе рассмотрены современные технологии проводных и беспроводных систем. Представлено несколько компаний, которые занимаются разработкой систем. Работа предназначена для ознакомления с системами «Умный дом».

Ключевые слова: «Умный дом», проводные системы, беспроводные системы, Z-Wave, HDLBuspro.

На данный момент система «Умный дом» – это удобное и несложное управление интеллектуальным комплексом, который соединяет внутри себя главные технические системы. Более распространенные системы – это климат контроль, умный свет, система безопасности и мультимедиа [1–3].

Система климат контроля позволяет осуществлять контроль системы отопления, вентиляцию, приборы для увлажнения воздуха, теплые полы и при помощи сенсорной панели все это можно контролировать и задавать характеристики по желанию.

Система умного света разрешает задавать всевозможные сценарии. К примеру, можно сделать несколько световых групп как максимальный свет, средний свет и отключить все.

Система безопасности содержит не только охранно-пожарную сигнализацию, видеонаблюдение и домофон, также в ней есть техническая сигнализация (утечка газа, сбой в работе оборудования, утечка воды и т.д.). В системе безопасности умного дома также есть функция имитирования присутствия. При проникновении в дом включается сигнализация, дабы отпугнуть грабителя, и приходит извещение на телефон. Также система имеет возможность заблокировать конкретные двери и окна, дабы тот, кто пробрался в дом не убежал.

Система мультимедиа собирает в общий комплекс весь медиа контент – это кино, фото, музыка и т.п. Этой системой возможно управлять при помощи пульта дистанционного управления, либо мобильного телефона. Также систему возможно связать с домашним компьютером и, к примеру, слушать музыку и смотреть видео в любом помещении, подключить к интернету и применять для озвучивания текста электронной почты.

В мире существует множество компаний, которые занимаются «Умный дом», например:

- HDL;
- Sigma Designs;
- TRUMP Electronics.

Фирма HDL изготавливает HDL Buspro – это распределенная система управления для возведения сетей «Умного дома», интеллектуального здания, управления светом, климатом, системы безопасности, мультимедиа. «Распределенная» – значит, что не потребуется центрального процессора, весь интеллект встроен в равнозначные приборы,

находящиеся в разных местах. HDL Buspro совместима с ведущими мировыми протоколами через штатные шлюзы: TCP/IP, RS232, RS485, KNX/EIB, DALI, DMX512, ModBus, ZigBee. Управление осуществляется с разных устройств или же из браузера любого устройства.

В 2009 году фирма Sigma Designs купила фирму Zensys, которая разработала беспроводную технологию Z-Wave.

Z-Wave – это беспроводная технология, в основе которой лежит ячеистая сеть (mesh- сеть). Любое устройство в сети Z-Wave считается как приемником, так и передатчиком. Благодаря этому надежность сети возрастает, поскольку при выходе 1-го приспособления из строя сигнал пойдет через соседнее. Зону покрытия возможно расширить при помощи добавления новых устройств, которые могут работать в виде повторителей сигнала. Для сети Z-Wave не потребуются усилители, потому что достаточно, чтобы устройство в сети было в радиусе воздействия другого устройства.

Фирма TRUMP Electronics представляет технологию Domintell. Эта система управляет освещением, системой безопасности, вентиляцией, освещением и разнообразными домашними устройствами. Все модули системы объединены на физическом уровне шинным интерфейсом RS485.

По способу доставки сигнала технологии, использующиеся в системе «Умный дом», разделяются на проводные и беспроводные. Проводная сеть разрешает полностью автоматизировать управление всеми системами, в то время как беспроводная технология ограничена, и ей не по силам управлять всеми системами.

Проводная технология на данный момент исключительно надежная и высокоскоростная. Недостатками этой технологии считается необходимость прокладывать слаботочную кабельную сеть, увеличивать число кабеля в системе.

Беспроводная технология разработка технология – это простота установки и невысокая стоимость. Также возможно быстро развернуть сеть и просто настроить. Основными минусами считается воздействие внешней сети на качество связи, зависимость от нагрузки от радиосети. Систему «Умный дом» предпочтительно строить на проводной технологии и при ее расширении дополнять ее беспроводной. Это может помочь избавиться от лишних ремонтных работ и позволит легко избавиться от лишних ремонтных работ.

Создание ботнетов из плохо защищенных IoT-устройств становится все наиболее значительной опасностью. Например, программное обеспечение Mirai, исходный код которого попал в сеть, раскрывает возможность управлять IoT-устройствами.

Присоединенных к сети систем становится больше, к IoT-устройствам относятся и ТВ, и камеры, и системы безопасности с термостатами. Защита этих устройств от наружных атак оставляет желать гораздо лучшего. Есть возможность эффективного проведения удаленных атак на почти все умные устройства, используемые дома и в офисе.

К примеру, чтобы инфицировать все умные лампы около определенного региона хватит всего 1-го инфицированного «нулевого пациента».

Применять уже зараженные устройства возможно различными путями. К примеру, просто осуществлять контроль включение и выключение, вывести девайс из строя или сформировать из взломанных девайсов ботнет.

Есть еще всевозможные виды атак:

- внедрение в сеть несанкционированных устройств;
- применение уязвимостей общесистемного и прикладного программного обеспечения;
- перехват, подбор, замена и прогнозирование генерируемых ключей и паролей;
- нарушение работоспособности (устойчивости) автоматизированных систем путем внесения перегрузки, уничтожения «критических» данных, выполнения некорректных операций.

Основываясь на вышесказанном можно сделать заключение, что системы «Умный дом» – это достаточно современные решения в области IT и вопросов обеспечения комплексной безопасности объектов. Разработка новых технологий и устройств – это крайне актуальная на сегодняшний день задача.

Литература

1. Петц К. Основы Z-Wave. – 2015. – 260 с.
2. Дементьев А.Д. «Умный» дом XXI века. – Издательские решения, 2016. – 100 с.
3. Тесля Е.В. «Умный дом» своими руками. Строим интеллектуальную цифровую систему в своей квартире. – Питер, 2008. – 370 с.



Завьялова Виктория Витальевна

Год рождения: 1994

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
группа № А4132

Направление подготовки: 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие
процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

e-mail: ilka94@rambler.ru



Рахманов Юрий Алексеевич

Год рождения: 1941

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
к.т.н., доцент

e-mail: rahmanovua2010@gmail.com

УДК 67.08

ЭНЕРГО- И РЕСУРСΟΣБЕРЕЖЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ (ЛИКВИДАЦИИ) ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОТХОДОВ

Завьялова В.В., Рахманов Ю.А.

Утилизация опасных биологических отходов является важным аспектом сохранения окружающей среды. Ветеринарные правила по утилизации и сбору всех видов биологических отходов гласят, что уничтожение биологических отходов должно осуществляться как минимум два раза за год. В настоящее время существует несколько способов по (ликвидации) обезвреживанию биологических отходов.

Ключевые слова: биологические отходы (биоотходы), «Яма Беккари», крематорий, сжигание, захоронение, ферментация.

В настоящее время проблема обезвреживания биологических отходов находится на первых местах обсуждаемых проблем. Главной проблемой обезвреживания (ликвидации) биоотходов является то, чтобы создать такие технологии, которые были и энерго-, и ресурсосберегающими. К настоящему моменту существуют следующие методы обезвреживания:

1. захоронение;
2. ферментация;
3. сжигание.

Захоронение. Захоронение также является одним из распространенных методов обезвреживания биоотходов, кроме зараженных трупов животных или человека, такие отходы подлежат сжиганию. По другому – «Яма Беккари». Яма Беккари представляет собой участок площадью 200 м². По периметру он ограждается высоким двухметровым забором. Внутри у

забора делают ров глубиной 1,5 м и шириной 1 м. В центре находится сама яма глубиной 10 м и площадью $3 \times 3 \text{ м}^2$. Дно ямы обязаны заливать бетоном, а стены прокладывать кирпичом или просмоленными бревнами, материал должен быть водонепроницаем. Сверху яма наглухо закрывается крышками с замком, и также сооружается вытяжная труба для доступа воздуха. Загрузка биоотхода производится до 1,5 м от поверхности. Через 20 дней температурные показатели в камере устанавливаются на отметке $65\text{--}70^\circ\text{C}$. Такая температура губительна для вредных микроорганизмов. Биоотход разлагается за счет термофильных бактерий за 40 суток, и на выходе образуется однородная масса без запаха – компост, который является хорошим удобрением [1].

Ферментация. Для ферментации органических остатков используются специализированные устройства, например, ЭМ-контейнеры. В результате ферментации образуется удобрение. В отличие от компостирования, здесь не происходит процесс гниения, а протекает разложение органического материала под воздействием микроорганизмов. ЭМ-контейнер представляет собой емкость с ручкой объемом 15 л, напоминающую ведро. Органический материал помещают на решетку трехсантиметровым слоем и смачивают раствором препарата ЭМ1 (микробиологическое удобрение, предназначенное для улучшения плодородия почвы любой структуры и состава в саду, и почвенных смесей для комнатных растений и рассады) и отстоянной воды в пропорциях 1:100. Затем эта масса закрывается крышкой из ЭМ-пластмассы. Сверху ЭМ-контейнер закрывается герметичной крышкой, отрезая доступ воздуха. Каждый день можно добавлять в контейнер отходы. В процессе ферментации на дне контейнера постепенно накапливается ЭМ-жидкость. Ее сливают, используя кран на дне контейнера. Процесс ферментации длится примерно одну или две недели. После чего, образовавшийся ЭМ-компост можно использовать в роли удобрения, смешивая его с землей в пропорциях 1:30. ЭМ-жидкость применяется для: ферментации вместо ЭМ-препарата; очищения трубопровода; полива растений в соотношении 1:150 000. ЭМ-компост используется для: производства гумуса – органического вещества почвы; удобрения; подкормки плодовых деревьев [1].

Кремация. Альтернативой способу захоронения останков на скотомогильниках выступает кремация, т.е. сжигание в специализированных печах, которые называют крематорами. Среди всех способов обезвреживания биоматериалов, сжигание является самым распространенным и безвредным. Сжигание актуально в крупных городах, где из-за опасных органических отходов могут произойти вспышки опасных болезней. При разумном сжигании образуется пепел, вследствие чего далее его утилизируют как твердые бытовые отходы и используют как удобрение [2].

Крематор малой производительности представляет собой круглую печь, внутри которой располагаются колосники. Также имеется два поддувала, одна дверца для горелки, один загрузочный люк и дымоходная труба. Загрузочный люк открывается руками. Для работы на жидком и газообразном топливе крематор оснащен экономичной горелкой Итальянского производства фирмы LANBORJHINI. Мощность горелки регулируется до 160 кВт, КПД=97%, присоединяется к сети переменного напряжения 220 В. Расход для горелки составляет: дизельного топлива 5–10 кг/ч; газа 8–16 м³, при непрерывной работе горелки на практике в разы меньше, так как биоматериал при определенной температуре начинает гореть без горелки (зависит от состава продуктов). Такой вариант обезвреживания биоматериалов соответствует всем санитарным нормам. При производительности по сжигаемым отходам 700 кг/ч и более можно рекомендовать двухкамерное сжигание при температуре в камере дожигания 1000–1200°C с котлом-утилизатором и очисткой дымовых газов.

Пиролизное сжигание. Пиролиз (от др.-греч. πῦρ – огонь, жар и λύσις – разложение, распад) – термическое разложение органических и многих неорганических соединений при недостатке кислорода [3].

В соответствии с Законом Российской Федерации «О ветеринарии» и СанПин биологические отходы подлежат обезвреживанию в специальных печах термическим методом. В России Санкт-Петербург имеет передовой опыт в данной сфере. В течение нескольких лет в

Санкт-Петербурге проводятся комплексные мероприятия, направленные на решение проблемы биологических отходов города. Примерами таких мероприятий является инициация проекта городского кладбища животных, а также оснащение ГУП «Спецтранс» пиролизной установкой для уничтожения биологических отходов. Оба вышеуказанных проекта предусматривают использование пиролизного оборудования Пеннрам.

Комплексы Пеннрам LLC основаны на технологии многостадийного пиролиза, т.е. термического разложения органической части отходов при отсутствии кислорода и азота. Данные установки соответствуют требованиям ЕС, США EPA и Российским нормам.

Для уничтожения отходов с повышенным содержанием влаги комплексы Пеннрам LLC оснащены дополнительными горелками, что обеспечивает поддержание необходимой высокой температуры в пиролизной камере и камере дожигания 900–1200°C. Производительность: 125–11 000 кг/сутки.

Полученный при этом пиролизный газ может использоваться как в самой установке, так и для получения теплоты и электроэнергии с помощью теплоизоляционных котлов, а твердый инертный осадок впоследствии может использоваться как топливо или в качестве адсорбера.

Подводя итог работы, можно сказать, что наиболее энерго- и ресурсосберегающей технологией является пиролизное сжигание. Помимо его высокой производительности, благодаря специальной установке, здесь не требуется очень высокая температура при обезвреживании (более 1000°C). И обезвреженный отход можно в дальнейшем использовать в других целях. Данная технология совмещает в себя оба требования: и ресурсо- и энергосбережение. Но пока что в России эта технология не имеет большого распространения из-за ее сложности при установке и дорогой стоимости.

Литература

1. Эффективная утилизация биоотходов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vtorothodi.ru/utilizaciya/utilizaciya-biootxodov>, своб.
2. Правила утилизации биологических отходов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vtorothodi.ru/utilizaciya/krematsiya-biologicheskix-otxodov>, своб.
3. Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D0%B7>, своб.



Зайцева Алиса Юрьевна

Год рождения: 1994

Факультет систем управления и робототехники, кафедра технологии приборостроения, группа № P4177

Направление подготовки: 12.04.01 – Приборостроение

email: Sakura.ohayo@yandex.ru

УДК 621.923.75

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ПОЛУЧЕНИЯ ЗЕРКАЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ФОРМООБРАЗУЮЩИХ ДЕТАЛЕЙ

Зайцева А.Ю.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Васильков С.Д.

В работе проведен анализ методов полирования поверхностей до зеркального блеска, проанализированы характерные особенности этих методов, позволяющие судить об их применимости.

Ключевые слова: лазерное полирование, химическое полирование, зеркальные поверхности, литьевая форма, формообразующая поверхность.

На сегодняшний день существует множество различных способов полирования металлических и неметаллических изделий, в частности для гладкости и блеска, как например, при конечной обработке ювелирных украшений [1]. Но мало кому известно, что полирование играет неотъемлемую роль и в литье полимерных линз, для которых требуется создание литьевых форм с минимальной шероховатостью поверхности, что способствует качественной отливке линз.

Для подготовки поверхности таких литьевых форм применяют разные методы полирования.

Одним из таких методов является механическая полировка металлов. Она осуществляется снятием слоя металла с помощью абразивных кругов, лент с полировальными пастами или барабанных и вибрационных установок и имеет несколько подвидов, таких как: полирование абразивной лентой, с использованием кругов (полировальников), ручная полировка [2, 3].

Электрохимическая полировка металлов, в которой заготовка (анод) помещается в ванну с электролитом и установленными медными электродами (катод).

Химическая полировка металлов осуществляется тем, что обрабатываемая деталь погружается в химически активный раствор, где происходит растворение металла с поверхности заготовки.

Наиболее используемым способом сейчас является электролитно-плазменный режим, в силу своей эффективности, а заключается в том, что обрабатываемое изделие (анод), к которому подводится положительный потенциал, помещается в рабочую ванну с раствором электролита, являющуюся катодом.

Лазерное полирование: равномерное растекание металла под воздействием импульсного лазерного излучения. За счет физики поверхностного натяжения и глубины плавления в 50–100 мкм, лазер обеспечивает равномерное растекание металла.

Алмазное точение, т.е. токарная обработка поверхности литьевой формы алмазным резцом, также занимается полированием и достигает шероховатости в 0,003–0,004 мкм.

В дальнейшем требовалось сопоставить свойства каждого из методов для дальнейшего анализа. Данные по каждому из методов были сведены в табл. 1.

Таблица 1. Методы полирования и их свойства [4]

	Механическое полирование	Химическое и электрохимическое полирование	Электролитно-плазменное полирование	Лазерная полировка	Алмазное точение
Оборудование	Бормашины с гибким шлангом с цанговым зажимом, шлифовально-полировальные станки	Ванна, футерованная свинцом или винилпластом, полипропиленовой поверхностью	Электролитическая ванна, футерованная свинцом или винилпластом, полипропиленовой поверхностью, медный стальной	Лазерный полировальный станок с ЧПУ	Станок 1И611П, станки для алмазной обработки
Растворы/ доп. вещества (материалы)	Войлочные диски, диски из хлопчатобумажных тканей, шерсти, кожи, карбида титана, паста ГОИ	Растворы (азотная, соляная, серная, ортофосфорная, кислоты; хромовый ангидрид, глицерин, вода) и напряжение	Хлористый аммоний, хлористый калий, шавелевая кислота, вода	–	Резцы, оснащенные пластинами Т30К4 Алмаз (0,6 карата)
Минимальная шероховатость R_a , мкм	0,012	0,04–0,025	0,01	0,5–0,01	0,003–0,004
Время подготовки, мин	5	60	60	60	180
Время обработки (оценочное), мин	В зависимости от твердости металла (60–600)	5–30, 15–20	до 5	1,5	10,60
Стоимость оборудования, тыс. руб.	от 112–630	0,5–1; 150–200	10,20	300–1200	Станок=250–800, алмаз до 5 карат
Стоимость работы, тыс. руб.	1,4	0,2–0,5; 1–4	1,4	до 1	30

	Механическое полирование	Химическое и электрохимическое полирование	Электролитно-плазменное полирование	Лазерная полировка	Алмазное точение
Доступность	На производстве (Сертолово, СПб (Glantz Technik), Сосновый Бор)	В домашних условиях, на производстве (СПб), в лабораторных условиях	В лабораторных условиях, на производстве (СПб)	В лабораторных условиях, на производстве (СПб), Университет ИТМО (кафедра ЛТиЛТ)	В лабораторных условиях; на производстве (СПб ООО «Оптотехнологическая лаборатория»)
Габариты поверхности, см ²	0,5–100000	от 0,25 до 10000	от 0,25 до 5000	Различные	Различные
Доп. обработка поверхности	–	–	–	–	Для стали – хром (припуск 0,4)
Вредность	Низкая	Высокая	Средняя	Низкая	Низкая

Для дальнейшей работы таблица была упрощена (табл. 2) и проанализирована по 5-ти бальной шкале, чтобы зафиксировать какие из методов наиболее подходят для проведения дальнейших экспериментов, с целью добиться шероховатости поверхности литейной оснастки 0,005–0,001 мкм.

Таблица 2. Оценка свойств методов полирования

	Механическое полирование	Химическое и электрохимическое полирование	Электролитно-плазменное полирование	Лазерная полировка	Алмазное точение
Оборудование	3	5	3	3	2
Растворы/ доп. вещества (материалы)	4	3	5	5	2
Минимальная шероховатость Ra	4	3	4	4	5
Время подготовки	5	3	3	3	1
Время обработки (оценочное)	1	3	5	5	2
Стоимость оборудования	3	4	4	1	2
Стоимость работы	3,0	4	3	5	2
Доступность	5	4	3	4	4
Габариты поверхности	5	4	4	5	5
Вредность	5	2	4	5	5
Общая оценка	3,8	3,5	3,8	4,0	3,0
Итоговая оценка	3,8	3,5	3,8	4,0	3,0

В ходе анализа были выбраны дальнейшие этапы исследований, включающие электрохимический, лазерный и химический методы улучшения качества поверхностного слоя формообразующих деталей [5].

Литература

1. Полирование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.polirovanie.ru/metalpolishing.php>, своб.
2. Механическая полировка металлов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://techno.x51.ru/index.php?mod=text&uitxt=522>, своб.
3. Ботциан А., Аргманн К. Современные технологии зеркальной полировки / Пер. с нем.; под ред. В.Г. Дувидзона. – СПб.: ЦОП «Профессия», 2012. – 152 с.
4. Willenborg W. Polishing with laser radiation // In: Poprawe R. (ed) Tailored light 2: Laser Application Technology. – 2011. – P. 196–202.
5. Jarosch U.K., Massmann F., Schmidt J., Smandek B. From welding to polishing // Industrial Laser Solutions. – 2003. – V. 4. – P. 10–12.

**Зелтинь Иван Андреевич**

Год рождения: 1996

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра информатики и прикладной математики, группа № Р3417Направление подготовки: 09.03.04 – Программная инженерия

e-mail: zeltinvan@gmail.com

**Перл Иван Андреевич**

Год рождения: 1986

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра информатики и прикладной математики, к.т.н., доцент

e-mail: ivan.perl@corp.ifmo.ru

УДК 004.428.4

**ОБЗОР НАИБОЛЕЕ ПОПУЛЯРНЫХ БИБЛИОТЕК И ПЛАТФОРМ
ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОЙ ВЕБ-РАЗРАБОТКИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ИНТЕРФЕЙСОВ****Зелтинь И.А., Перл И.А.****Научный руководитель – к.т.н., доцент Перл И.А.**

В работе рассмотрены наиболее популярные на сегодняшний день системные программные решения и библиотеки для разработки пользовательских интерфейсов на языке JavaScript, а также произведен их сравнительный анализ в различных категориях.

Ключевые слова: веб-разработка, пользовательский интерфейс, системы разработки на языке JavaScript, одностраничные приложения.

Введение. Системная динамика – это подход имитационного моделирования, своими методами и инструментами позволяющий понять структуру и динамику сложных систем. Также системная динамика – это метод моделирования, использующийся для создания точных компьютерных моделей сложных систем для дальнейшего использования с целью проектирования более эффективной организации и политики взаимоотношений с данной системой [1].

С развитием человечества, разрабатываемые им системы, становятся все сложнее, как следствие, растет и сложность моделей, которые необходимы для разработки исследования все более и более сложных систем. Помимо сложности самих моделей, также растет и количество данных, которые представляют как входные параметры моделирования, так и его результаты. Несмотря на высокое развитие современной компьютерной техники, далеко не всегда обычные рабочие станции могут предоставить достаточное количество ресурсов для проведения требуемых расчетов, поэтому все большую популярность набирают различные облачные ресурсы для моделирования, одним из которых является проект sdCloud.

Данный проект является платформой для облачного расчета моделей системной динамики, поэтому имеет особые требования к реализации интерфейса: в силу того, что исходная система не привязана к какой-либо определенной области системной динамики, необходимо обеспечить корректное отображение результатов выполнения практически любой модели. Исходя из поставленной задачи, первым этапом данной работы стал выбор наиболее подходящего инструментария разработки. В контексте разработки веб-приложения таким необходимым инструментом являются различные JavaScript платформы, реализующие один или несколько из

следующих шаблонов: MVC (Model-View-Controller), MVP (Model-View-Presenter) и MVVM (Model-View-ViewModel).

Обзор существующих продуктов. В настоящее время существует большое множество JavaScript решений, которые предоставляют программистам различные функциональные и архитектурные возможности. Обзор начат с продукта, который появился на рынке относительно недавно – Oracle JET (Oracle JavaScript Extension Toolkit). Он представляет собой объединение популярных проектов с открытым кодом, которые хорошо зарекомендовали себя в сообществе веб-разработчиков: Knockout.js, Require.js, Apache Cordova, jQuery и jQuery UI. Рассмотрим каждый из них подробнее и сравним с другими системами и библиотеками той же категории.

1.1. Knockout.js. Данная JavaScript платформа реализует шаблон Model-View-ViewModel. Была разработана сотрудником компании Microsoft Стивом Сандерсоном и на текущий момент достигла версии 3.4.1.

Основными принципами Knockout являются: четкое разделение доменных данных, компонентов отображения и отображаемых данных; использование декларативных зависимостей для максимально удобного и понятного связывания компонентов интерфейса и модели данных; отслеживание зависимостей и обновление компонентов пользовательского интерфейса автоматически в зависимости от изменений модели данных [2].

Двусторонний обмен данных между DOM-элементами и моделью отображения осуществляется с помощью специальных элементов, называемых observable. Как следует из названия, при объявлении свойства в модели отображения как observable, любая его модификация каждый раз отражается во всех местах, где используется данный компонент [3].

В некоторой степени Knockout можно сравнить с такими продуктами, как Angular и Backbone.

1.2. Backbone.js. В отличие от Knockout данная платформа реализует шаблон Model-View-Presenter, который является ответвлением общеизвестного Model-View-Controller для создания пользовательских интерфейсов и содержит три уровня: Model – определяет данные, с которыми взаимодействует веб-приложение; View – непосредственно определяет пользовательский интерфейс, отображая данные и передавая события Presenter; Presenter – действует на уровне между моделью и пользовательским интерфейсом, получая данные и синхронизируя их с необходимыми компонентами отображения.

Реализация различных шаблонов и определяет ключевое отличие Knockout от Backbone: во втором зависимости между DOM-элементами и моделью данных должны быть прописаны разработчиком вручную. Однако Backbone предоставляет своим пользователям способность синхронизировать данные с сервером при использовании REST API.

Исходя из конкретных целей веб-приложения, можно сделать выбор, какая функциональность непосредственно требуется от системы разработки: Knockout со стороны модели предоставляет лишь события во ViewModel, поэтому его выбор обоснован в том случае, когда веб-приложение в подавляющем большинстве содержит компоненты пользовательского интерфейса, в то время как Backbone предлагает больше возможностей на уровне модели данных.

1.3. Angular.js. Angular реализует шаблоны Model-View-Controller и Model-View-ViewModel и является полноценной системой для создания одностраничных веб-приложений, предоставляя разработчику инструменты управления полным циклом жизни приложения и архитектуры. В этой связи сравнение с Knockout будет наиболее уместно в контексте реализации шаблона Model-View-ViewModel.

В Knockout двунаправленная связь реализована посредством функций observable и observableArray с использованием парсера jQuery для анализа шаблона, результатом работы которых является функция, инкапсулирующая текущее состояние компонента и отвечающая за двустороннее связывание данных. При такой реализации возникает проблема, связанная с копированием состояния модели: необходимо сначала получить данные из элемента, обратившись к нему, как к функции, и только после этого клонировать результат. В свою очередь, в Angular двунаправленная связь строится непосредственно компилятором, что снимает необходимость

использовать дополнительные конструкции и решает проблемы при копировании состояния элемента модели [3, 4].

Также эти системы разработки отличаются способом рендеринга элементов при реализации шаблонизаторов: Angular генерирует DOM-элементы, которые потом использует, а Knockout – строки и производит конвертацию в innerHTML. В связи с этим создание большого числа элементов занимает у Knockout больше времени [4].

В целом Angular предоставляет разработчику больше возможностей и архитектурных решений, чем Knockout, однако, не является таким же легковесным и также требует использования сторонних библиотек и CSS решений.

2. Require.js. Следующим важным компонентом Oracle JET является модульный загрузчик Require.js, который реализует концепцию асинхронного определения модуля (AMD). AMD – это подход к разработке на JavaScript, который позволяет создавать модули таким образом, чтобы они и их зависимости могли быть загружены асинхронно. Асинхронная загрузка модулей позволяет улучшить скорость загрузки веб-страницы в целом, так как модули загружаются одновременно с остальным контентом сайта.
3. Apache Cordova. Apache Cordova – это платформа разработки мобильных приложений с открытым исходным кодом. Она позволяет использовать стандартные веб-технологии, такие как HTML5, CSS3 и JavaScript для кросс-платформенной разработки, избегая родного языка разработки для каждой из мобильных платформ. Приложения выполняются внутри обертки, нацеленной на каждую платформу и полагаются на стандартные API для доступа к датчикам устройства, данным и состоянию сети.
4. jQuery и jQuery UI. jQuery – библиотека JavaScript, фокусирующаяся на взаимодействии JavaScript и HTML. Библиотека jQuery помогает легко получать доступ к любому элементу DOM, обращаться к атрибутам и содержимому элементов DOM, манипулировать ими и предоставляет удобный API для работы с AJAX [5].

jQuery UI – библиотека JavaScript с открытым исходным кодом для создания насыщенного пользовательского интерфейса в веб-приложениях, которая построена поверх главной библиотеки jQuery и предоставляет разработчику упрощенный доступ к ее функциям взаимодействия, анимации и эффектов, а также набор виджетов [5].

Заключение. В заключение, представив вышеперечисленные системные решения и библиотеки, необходимо сделать вывод, что разработка современного веб-приложения, отвечающего последним требованиям дизайна и производительности, невозможна с использованием какого-то определенного инструмента. Oracle JET предоставляет разработчикам возможность не задумываться об осуществлении интеграции между библиотеками и платформами своими силами, что является ключевым условием выбора данного продукта в качестве основного для эффективной разработки пользовательского интерфейса проекта sdCloud.

Необходимо добавить, что кроме набора JavaScript библиотек, Oracle JET содержит набор таблиц стилей CSS и SASS, а также встроенные компоненты пользовательского интерфейса и разнообразные виджеты, что позволяет отказаться от использования сторонних CSS решений наподобие Bootstrap и Foundation.

Литература

1. Stermann J. Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World. – Irwin/McGraw-Hill, 2000. – 982 p.
 2. Munro J. Knockout.js. Building Dynamic Client-Side Web Applications. – O'Reilly Media, 2014. – 102 p.
 3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://knockoutjs.com/documentation/introduction.html>, своб.
 4. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.angularjs.org/guide>, своб.
- Бибо Б., Кац И. jQuery. Подробное руководство по продвинутому JavaScript. – 3-е изд. – Символ-Плюс, 2011. – 624 с.



Зименко Ксения Владимировна

Год рождения: 1995

Факультет систем управления и робототехники, кафедра технологии приборостроения, группа № Р3375

Направление подготовки: 09.03.01 – Информатика и вычислительная техника

e-mail: zksenia@yahoo.com

Филиппов Александр Николаевич

Год рождения: 1949

Факультет систем управления и робототехники, кафедра технологии приборостроения, к.т.н., доцент

e-mail: filippov@rambler.ru

УДК 004.822

**РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ РАСЧЕТА РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ
МЕТОДОВ САПР ТП «ТЕХКОМ»**

Зименко К.В., Филиппов А.Н.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Филиппов А.Н.

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615863 «Научные основы создания цифрового производства в приборостроении».

Приведено описание этапов создания экспертной системы, производящей расчет режимов резания и норм времени с использованием средств управления табличными данными и знаниями. Также описаны основные понятия и методы САПР ТП «ТЕХКОМ» и виды представления данных, необходимых для работы системы. Упомянуты основные перспективы развития системы.

Ключевые слова: режимы резания, САПР ТП «ТЕХКОМ», виртуальное пространство, триплет, проприетарный формат.

Целью работы стало создание агента расчета режимов резания в многоагентной системе технологического назначения на основе методов САПР ТП «ТЕХКОМ» [1]. Так как база знаний (БЗ) этой системы накапливалась и применялась на многих предприятиях, то представляется целесообразным восстановление накопленных в ней знаний, представленных в проприетарном формате.

Таким образом, работа по созданию агента сведена к решению задач: конвертация исходной БЗ в XML-формат, разработка программного обеспечения для принятия решений.

Методы САПР ТП «ТЕХКОМ». Для работы была выбрана технология виртуального строкового пространства технологических данных (ВСПТД). Это язык и протокол для взаимодействия между программными агентами и системами, основанными на знаниях [2]. Данные при проектировании технологических процессов представлены в виде триплетов: $F=\langle P,I,Z,C\rangle$, где P – префикс, обеспечивающий контекстное понятие параметра; I – имя параметра; Z – значение параметра; C – комментарий.

Пример триплета: $\$L.IR=521;$, где L – префикс, IR – имя, 521 – значение.

Метод поиска решения. Метод поиска данных состоит из двух основных этапов:

1. формирование имени таблицы;
2. поиск в таблице.

Формирование имени таблицы. На первом этапе поиска заложен метод с применением фрейма-гипотезы [2], рабочее название которого – «Таблица правил». В этой таблице отражены правила формирования классификационных диалогов ИПС при ведении баз данных предметной области и при составлении гипотезы на поиск (в режиме поиска при проектировании). Пример фрейма-гипотезы для выбора имени таблицы при назначении режимов резания представлен в табл. 1.

Таблица 1. Фрейм-гипотеза

Имя таблицы	Правило
B.RR	\$P.KWO \$E.KTR//
P.KWO	ВЫБРАТЬ:("KWO")//
E.KTR	ВЫБРАТЬ:("INST" \$P.KWO)//

В системе задана группа таких таблиц правил, которые выбираются в зависимости от параметров. В табл. 1 первая строка – общее правило, по которому формируется имя таблицы. Далее следующие строки указывают на алгоритм формирования значений для составления имени искомой таблицы¹.

Поиск решения. После нахождения ключа читается таблица, в которой будет производиться поиск и выбираться необходимые данные. Пример исходного файла в проприетарном формате представлен на листинге 1.

Листинг 1.

* Ключ таблицы

V030101000

* Заголовок таблицы

Скорость резания при точении

* Поисковый образ

(\$R.S <= R.S И ((ЕСТЬ(\$A.TW) И \$A.TW <=M.TW) ИЛИ (ЕСТЬ(\$D.TW) И НЕТ(\$A.TW) И \$D.TW <=M.TW) ИЛИ (НЕТ(\$D.TW) И НЕТ(\$A.TW) И \$M.TW <=M.TW))//R.T+R.S+//

* Формат таблицы

R.NUM=999"Номер строки";M.TWT=9999"Твердость обрабатываемого материала";
R.S=999V99"Подача"; R.V=999V999"Скорость_резания";//

*5 Дополнительные характеристики

\$N.NW='\$L.D\$M.PGM';//

* Тело таблицы

0013210 0,2 62,8

0023210 0,3 56,0

0033640 0,2 54,0

.....

0376520 0,2 10,4

0386520 0,3 8,0

На листинге 2 показан фрагмент этого файла, переведенного в формат XML.

Листинг 2.

<base>

<note>Скорость резания при точении</note>

<searchmask>(\$R.S <= R.S И ((ЕСТЬ(\$A.TW) И \$A.TW <=M.TW) ИЛИ (ЕСТЬ(\$D.TW) И НЕТ(\$A.TW) И \$D.TW <= M.TW) ИЛИ (НЕТ(\$D.TW) И НЕТ (\$A.TW) И \$M.TW <=M.TW))//R.T+R.S+//</searchmask>

.....

¹ Формирование имени таблицы при ее создании – отдельная задача в рамках функций редактора базы знаний

```
<record>
<field0>038</field0>
<field1>6520</field1>
<field2>0,3</field2>
<field3>8,0</field2>
</record>
</records>
</base>
```

В табл. 2 представлен рабочий вариант таблицы.

Таблица 2. Скорость резания при точении

Номер строки (R.NUM)	Твердость обрабатываемого материала (M.TWT)	Подача мм/об (R.S)	Скорость резания при точении (R.V)
1	3210	0,2	62,8
2	3210	0,3	56,0
3	3640	0,2	54,0
....
37	6520	0,2	10,4
38	6520	0,3	8,0

Текущие результаты работы. На данном этапе работы был разработан модуль, выполняющий конвертацию исходного файла и поиск данных. Таким образом, реализован второй этап задачи. Использование аппарата фрейма-запроса показано на примере работы с таблицей выбора скорости резания (табл. 2) в зависимости от наличия или отсутствия параметра «твердость материала». Этот параметр может быть задан на операцию (\$A.TW), на деталь (\$D.TW) или выбран из таблиц (\$M.TW). Параметр \$R.S – заданная величина подачи. Параметры твердости перечислены выше с учетом их приоритета. Фрагмент триплетной строки параметров в формате ВСПТД получен в процессе проектирования:

```
...$A.TW=25,0;$D.TW=250;$M.TW=453;$R.S=0,5;...
```

В этом случае фрейм-запрос имеет следующий вид:

```
($R.S <= R.S И ((ЕСТЬ($A.TW) И $A.TW <=M.TW) ИЛИ (ЕСТЬ($D.TW) И  

НЕТ($A.TW) И $D.TW <=M.TW) ИЛИ (НЕТ($D.TW) И НЕТ($A.TW) И $M.TW  

<=M.TW))//
```

Из этого примера видно, как можно использовать кванторы существования («ЕСТЬ» и «НЕТ») при поиске информации в таблице.

Выводы. Из поставленных задач реализована конвертация исходных файлов и алгоритм, осуществляющий поиск и сортировку данных в таблице по параметрам поискового образа.

Планируется выполнение задачи, связанной с реализацией фрейма-гипотезы для формирования имени таблицы.

Литература

1. ТЕХКОМ-SERVICE Plus, V 3.5. – Описание применения. – СПб.: НТЦ Техком, 1993. – 205 с.
2. Филиппов А.Н. Виртуальное строковое пространство технологических данных и знаний. Учеб. пособие. – СПб.: Университет ИТМО, 2015. – 81 с.

**Игнатенко Яков Павлович**

Год рождения: 1994

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра графических технологий, группа № Р4170Направление подготовки: 09.04.02 – Информационные системы
и технологии

e-mail: yaignatenko391@gmail.com

**Смолин Артем Александрович**

Год рождения: 1977

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра графических технологий, к.ф.н.

e-mail: artikus@inbox.ru

УДК 7.08

**АНАЛИЗ ЖАНРА ВИДЕОЭКСКУРСИИ В МЕДИА-ПРОДУКТАХ, СНЯТЫХ
В ТЕХНИКЕ ПАНОРАМНОГО ВИДЕО****Игнатенко Я.П., Смолин А.А.****Научный руководитель – к.ф.н. Смолин А.А.**

В работе представлен анализ жанра видеоэкскурсии в медиа-продуктах, снятых в технике панорамного видео. Выделены основные черты жанра, особенности и возможные проблемы при съемках в данной технике.

Ключевые слова: видеоэкскурсия, медиа-продукты, панорамное видео.

В настоящее время активно развиваются информационные технологии, благодаря которым многие культурные явления получили свое отражение в цифровой среде. Примером такой трансформации являются виртуальные экскурсии. Популярность такого рода медиа-продуктов обусловлена тем, что они позволяют ознакомиться с экскурсией вне зависимости от времени и местоположения потребителя. Виртуальные экскурсии могут быть реализованы с помощью разных техник: видео, виртуальная реальность, 3D-тур и т.д.

Одной из техник, позволяющей наиболее полно представить экскурсию, является панорамное видео. Видеоэкскурсии такого формата снимаются с помощью нескольких камер, закрепленных на штативе определенным образом [1]. Далее видео со всех камер «сшивается» в одно, что позволяет получить видео с углом обзора в 360°. В первую очередь данная технология была создана для использования в шлемах виртуальной реальности [2], но на данный момент Youtube также частично поддерживает эту технологию [3].

В первую очередь следует разграничить видеоэкскурсию и видеопутеводитель. Видеопутеводитель – это опосредованный вид устной коммуникации, где нет экскурсовода, а звучит закадровый дикторский голос, зачитывающий текст видеопоза достопримечательностей [4]. Таким образом, видеопутеводитель является поджанром видеоэкскурсии без экскурсовода. Отсутствие экскурсовода, безусловно, снижает степень воздействия текста на зрителя, лишает его дополнительного личностно-ориентированного фактора и вместе с ним особых вербальных изобразительных средств. Однако дополнительным воздействующим фактором здесь выступает так называемый музыкальный код – музыкальное сопровождение кадра, задающее необходимое настроение и восприятие текста [4].

Наиболее часто в видеоэкскурсиях встречаются два типа экскурсовода, условно называемые экскурсовод-информатор и экскурсовод-проводник [4]. Оба этих типа наиболее полно доносят

информацию зрителю. Разница в стратегии донесения информации. В тексте экскурсовода-информатора используется много исторических фактов в хронологическом порядке, эпитеты используются редко, только для иллюстрации исторической ценности объекта. Экскурсовод-проводник более эмоционален и как бы приглашает зрителя пройти путь экскурсии вместе с ним. Он прибегает к использованию эпитетов и эмоционально-окрашенной лексики для придания высказыванию выразительности.

Если в видеоэкскурсии используется дополнительная иконография или 3D-модель, экскурсовод часто делает акцент именно на этих объектах для привлечения внимания. Упоминание реалий и исторических персоналий часто используется для придания значимости объекту. Для удержания же внимания зрителей в тексте используются конструкции повелительного наклонения, риторические вопросы, личные местоимения.

Одной из главных особенностей жанра является необходимость балансировать между информационной наполненностью экскурсии и средствами эмоционального вовлечения зрителя. При просмотре перегруженного информацией продукта зритель быстро устает и ему становится сложно фокусировать свое внимание. Также как и при просмотре динамичного, удерживающего внимание только с помощью средств эмоционального вовлечения продукта. Главной задачей экскурсии является донесение информации, но так, чтобы заинтересовать зрителя. В этой связи при создании видеоэкскурсии часто используется дополнительная иконография и 3D-модели, поясняющие и дополняющие экскурсовода или дикторский текст.

С помощью съемки на несколько камер панорамное видео позволяет создать изображение с углом обзора в 360°. Это является отличительной особенностью такой техники съемки, порождающей определенные особенности и ограничения.

При съемке панорамного видео невозможно сконцентрировать взгляд зрителя с помощью кадра. Увеличение не гарантирует, что зритель будет смотреть именно туда, куда хочет режиссер. Таким образом, на первый план выходит управление вниманием зрителя. Также появляется необходимость учитывать, что он не будет постоянно смотреть в центральную точку. Для начальной фокусировки внимания зрителя кадр центрируется на самом важном объекте съемки, чаще всего на экскурсоводе и объекте, о котором он рассказывает. А при использовании титров, текст дублируется в четырех направлениях (условных: север, юг, запад, восток), так как зритель может смотреть в любую сторону (рисунок, а).

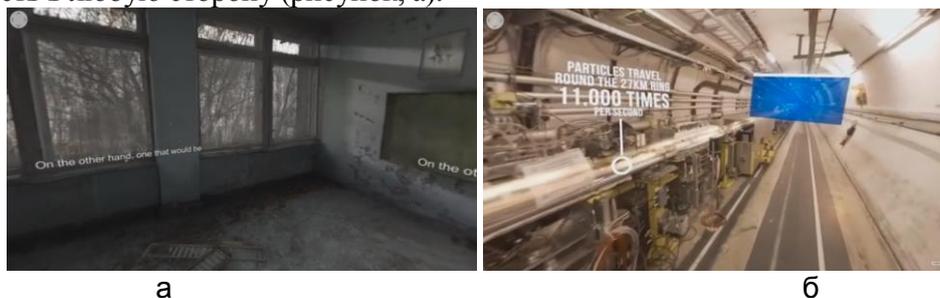


Рисунок. Дублирование титров (а) и вписанная в окружение инфографика (б)

Всплывающая иконография вписывается в окружение. Панорамное видео имеет сферическую форму, поэтому и иконография тоже должна быть деформирована, так будто она имеет сферическую кривизну. Иначе иконография будет выглядеть чужеродным объектом, выбивающимся из общего кадра (рисунок, б).

Особые проблемы возникают при динамичной камере. Пристальное внимание при таком виде съемки уделяется стабилизации, так как панорамное видео еще больше, чем обычное, может вызвать дискомфорт у зрителя от тряски изображения. Кроме того, перед монтажом происходит «сшивку» изображения, когда видео со всех камер совмещается в одну панораму. Даже слабая тряска может значительно усложнить этот процесс.

При монтаже панорамного видео используются длинные кадры, чтобы зритель имел возможность рассмотреть все, что происходит вокруг него. Движение же камеры по этой же причине должно быть еще более медленным.

Так как ключевой фигурой в видеозксурсии является экскурсовод, особое внимание уделяется звуковому сопровождению. Перед съемочной группой стоит задача сделать голос экскурсовода максимально четким и при этом заглушить звук остального окружения. Для этого используются не затрудняющие движения, в отличие от обычного микрофона, петлички, крепящиеся на одежду экскурсовода. В качестве фонового сопровождения чаще используется классическая музыка, не отвлекающая зрителя от экскурсии и создающая нужное настроение всему продукту.

Таким образом, основными особенностями жанра видеозксурсии, снятым в технике панорамного видео, являются:

- работа с экскурсоводом и дикторским текстом;
- использование 3D-моделей, иконографии и виртуальной реальности;
- поддержание баланса между информативностью и средствами эмоционального вовлечения зрителя;
- пристальное внимание к работе со звуковым сопровождением с целью лучшего донесения информации и создания соответствующего настроения;
- работа со вниманием зрителя, а не кадрированием;
- необходимость вписывать иконографию в окружение;
- высокая роль стабилизации изображения;
- монтаж длинными кадрами.

Литература

1. Smolin A., Borisov N., Stolyarov D. Multimedia 360° – new technology for arts and culture // Electronic Imaging & the Visual Arts. –2015. – P. 18–30.
2. Smolin A., Borisov N., Stolyarov D., Shcherbakov P., Tokarev A. The virtual reality technology and the montage of videos 360°, as modern approaches to the presentation of cultural events // Electronic Imaging & the Visual Arts. – 2016. – P. 9–16.
3. Смолин А.А., Борисов Н.В., Столяров Д.А. Использование технологий мультимедиа 360° в культуре и искусстве // Информационные системы для научных исследований: Сборник научных статей. – 2015. – С. 184–196.
4. Новикова Э.Ю. Дискурсивно-обусловленная специфика видеозксурсии и видеопутеводителя в сопоставительном аспекте // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. – 2015. – № 3(27). – С. 101–110.



Изгарева Светлана Андреевна

Год рождения: 1994

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра компьютерных образовательных технологий, группа № P4220

Направление подготовки: 09.04.02 – Информационные системы
и технологии

e-mail: izgareva_sveta@mail.ru

УДК 004.588

ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТРЕХМЕРНОЙ ГРАФИКИ В RLCP-СОВМЕСТИМЫХ ВИРТУАЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ

Изгарева С.А.

Научный руководитель – д.т.н., профессор Лисицына Л.С.

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615864 «Разработка методов и технологий управления и обработки информации для сложных динамических систем».

В работе описана проблема применения трехмерной графики в RLCP-совместимых виртуальных лабораториях. Сформулированы ограничения на используемые технологии, обоснован выбор технологии WebGL и библиотеки three.js. Разработана виртуальная лаборатория для проверки навыка нахождения минимума функции нескольких переменных с помощью метода градиентного спуска с дроблением шага.

Ключевые слова: RLCP, виртуальная лаборатория, трехмерная графика, WebGL, метод градиентного спуска.

RLCP-совместимые виртуальные лаборатории [1] активно используются как в качестве практических упражнений MOOC-курсов Национальной платформы открытого образования, так и в качестве электронных практикумов дисциплин в системе дистанционного обучения Университета ИТМО. Преподаватели стремятся к максимальной визуализации материала, что связано с повышением доли самостоятельных форм и методов работы обучающихся, переходя от традиционных учебников к использованию электронных обучающих средств. Одним из средств визуализации тех или иных процессов является трехмерная графика. Ее использование в RLCP-совместимых виртуальных лабораториях позволит создавать обучающие средства, которые, с одной стороны, будут обладать всеми преимуществами виртуальных лабораторий [1], и увеличат объем усваиваемой информации – с другой [2].

Включение трехмерной графики в состав виртуальной лаборатории накладывает ряд ограничений на используемые технологии. Прежде всего, это корректное отображение создаваемой модели в браузере, поскольку в состав любой виртуальной лаборатории входит виртуальный стенд. Виртуальный стенд встраивается в современные платформы электронных курсов, которые ориентированы на веб, поэтому он создается на основе HTML5. Виртуальный стенд является лицом RLCP-совместимой виртуальной лаборатории, поскольку именно с ним ведет работу обучающийся при работе с упражнением. Обычно у него есть две основные функции: предоставить обучающемуся задание в удобном виде (в данном случае в виде трехмерного объекта) и позволить ему манипулировать с этим объектом в ходе решения задачи с помощью соответствующих инструментов управления. Следовательно, создаваемые трехмерные модели должны обладать высокой степенью интерактивности, чтобы обучающийся имел возможность самостоятельно выбирать темп и направление обучения. Кроме того, не стоит забывать о трудоемкости создания виртуальных лабораторий: использование трехмерной графики не должно сильно повышать сложность разработки.

Интерактивные трехмерные объекты, работающие в браузере, могут быть подготовлены с помощью таких графических технологий как, например, Adobe Flash или WebGL. Для отображения трехмерной графики в HTML5 не существует специального тега как, например, для изображений видео или аудио. Долгое время возможным решением оставались встраиваемые в HTML-страницу объекты на основе технологий Flash, Java Applet, Silverlight, которые требуют для работы установки дополнительных плагинов. Однако сегодня развитие современных стандартов и технологий позволяет использовать WebGL, которая имеет существенные преимущества, так как является открытой, свободной и безопасной платформой. На ее основе разработан ряд программных библиотек. Для разработки трехмерных моделей для виртуальных лабораторий была выбрана библиотека three.js, которая существенно сокращает затраты на написание кода.

Предметной областью для эксперимента по разработке RLCP-совместимых виртуальных лабораторий с трехмерной графикой были выбраны методы минимизации функций многих переменных. Задачи оптимизации встречаются в различных сферах человеческой деятельности, при этом особое место занимает решение условных нелинейных экстремальных задач, в которых целевая функция имеет не одну, а несколько переменных. Необходимость создания новых обучающих технологий с трехмерной графикой также связана с повышенной трудностью освоения методов оптимизации функций многих переменных. Получить полное представление о геометрической интерпретации таких методов оптимизации функции многих переменных на двумерных статических иллюстрациях может быть невозможно, а соответственно, знания могут быть как неполными, так и ошибочными.

Результатом разработки стала RLCP-совместимая виртуальной лаборатории по изучению градиентного метода с дроблением шага для поиска минимума функций многих переменных [3]. Виртуальная лаборатория включает в себя виртуальный стенд, имеющий два режима работы (1 – для формирования навыка минимизации функции двух переменных с помощью заданного метода, 2 – для проверки навыка), и RLCP-сервер, который генерирует варианты заданий, выполняет промежуточные вычисления и проверяет решение пользователя. Виртуальная лаборатория выполнена в соответствии со всеми требованиями системы дистанционного обучения AcademicNT и загружена в удаленную систему тестирования виртуальных лабораторий VLT.

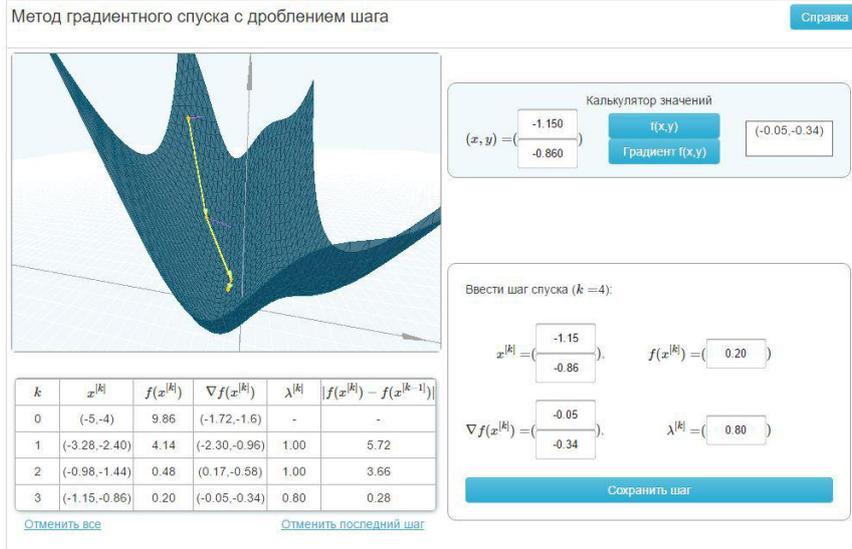


Рис. 1. Виртуальный стенд лаборатории

На рис. 1 приведен пример виртуального стенда с объектом в виде трехмерной модели. Выполняя задание, обучающийся должен воспроизвести действия заданного алгоритма, поэтому виртуальный стенд поддерживает необходимый набор команд. Кроме того, обучающийся может взаимодействовать с трехмерной моделью, выбирая удобный ракурс обзора, а результат выполнения действий алгоритма отображается на самой модели. Например, если сохранить шаг метода, введя необходимые значения и нажав на кнопку «Сохранить шаг», то на трехмерной модели появится траектория спуска из предыдущей точки в новую заданную точку. На рис. 2 представлены изображения трехмерной модели с разных ракурсов.

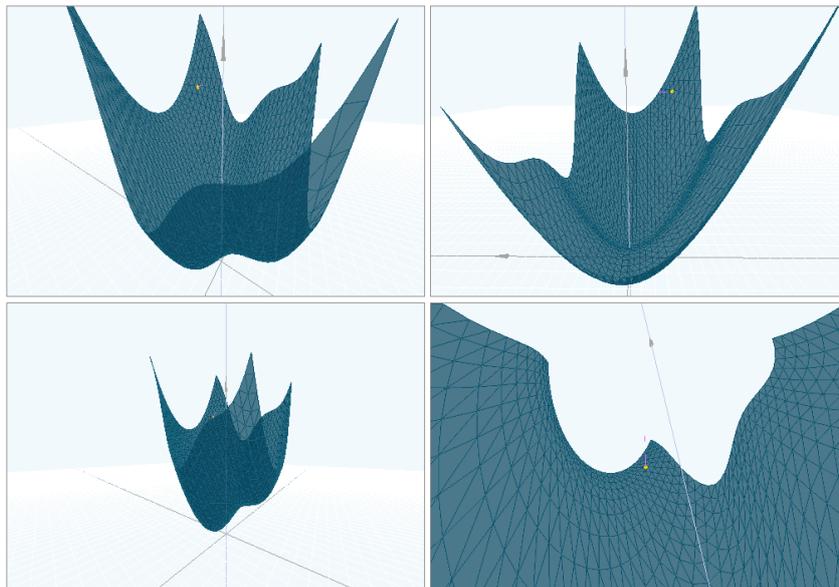


Рис. 2. Трехмерная модель графика функции с разных ракурсов

Предложенное решение позволяет расширить область применения технологии RLCP-совместимых лабораторий для создания интерактивных практических упражнений. В результате эксперимента была разработана виртуальная лаборатория для формирования и проверки навыков нахождения минимума функции методом градиентного спуска с дроблением шага. В процессе разработки были описаны алгоритмы генерации вариантов и проверки решений пользователя, описан виртуальный стенд, решена задача отображения трехмерной модели в браузере. Дальнейшие исследования будут направлены на исследование эффективности применения трехмерной графики в RLCP-совместимых виртуальных лабораториях. Кроме того, планируется создание других лабораторий для курса «Методы оптимизации».

Литература

1. Ефимчик Е.А. Руководство «Пакет для разработки RLCP-совместимых виртуальных лабораторий». – СПб., 2013. – 42 с.
2. Трухан И.А., Трухан Д.А. Визуализация учебной информации в обучении математики, ее значение и роль // Успехи современного естествознания. – 2013. – № 10. – С. 113–115.
3. Сухарев А.Г., Тимохов А.В. Федотов В.В. Методы оптимизации: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры. – М.: Изд-во Юрайт, 2014. – 367 с.

Ильин Евгений Дмитриевич

Год рождения: 1994

Факультет программной инженерии и компьютерной техники, кафедра графических технологий, группа № P4170

Направление подготовки: 09.04.02 – Информационные системы и технологии

e-mail: ilin-kras145@gmail.ru

Смолин Артем Александрович

Факультет программной инженерии и компьютерной техники, кафедра графических технологий, к.ф.н.

e-mail: artikus@inbox.ru

УДК 7.08

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ И ТЕХНИК ИНТЕРПРЕТАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ОДНОМЕРНОЙ МОДЕЛИ КРОВОТОКА ПРИ ВИЗУАЛИЗАЦИИ В ТРЕХМЕРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Ильин Е.Д., Смолин А.А.

Научный руководитель – к.ф.н. Смолин А.А.

В работе представлен анализ существующих способов визуализации кровотока человека. Выделены основные характеристики, особенности визуализации, способы получения информации для визуализации, а также возможные их недостатки.

Ключевые слова: визуализация кровотока, динамическая визуализация.

Медицинская визуализация является относительно новой отраслью науки, и тем не менее, на сегодняшний день она достигла значительного прогресса.

Благодаря компьютерной визуализации можно получить важную информацию о человеческом теле, которая в последствие будет иметь большое количество полезных клинических приложений.

Самым популярным на сегодняшний день является метод визуализации из двумерной модели, к примеру, построение при помощи магнитно-резонансной

ангиографии (МРА) [1]. Суть этого метода заключается в том, что посредством МРА получают горизонтальные и вертикальные снимки необходимого участка, на котором кровоток отчетливо виден (благодаря красящему веществу). Используя marching-cube алгоритм возможно получение трехмерной модели кровотока [1]. Далее необходимо получить движение крови, для этого используются снимки, на которых заметно перемещение крови, посредством чего можно определить области максимального и минимального притока крови, а затем спроецировать их на полученную модель кровотока. В данном случае визуализация движения крови представляет собой тепловые области. Несмотря на то, что результат получается весьма точным, тем не менее подобная визуализация является статической, в которой эффект динамики достигается посредством сменой во времени более поздних проекций.

Следующий способ для получения данных использует магнитно-резонансную томографию (МРТ) [2], что во многом схожа с вышеописанным методом. Однако данные визуализируются несколько иначе. После получения изображений, последние подвергаются автоматическому редактированию (к примеру, удалению шумов), после чего использовалось различное программное обеспечение (EnSight; CEI, NC) для преобразования данных и получения желаемой визуализации. В данном случае посредством векторов, которые подкрашиваются тепловыми областями, как это было в предыдущем примере.

Суть следующего метода тоже заключается в получении снимков [3], однако, данный метод имеет отличный способ визуализации: вначале создается сегментационная маска кровотока при помощи В-режимного ультразвука. Затем посредством доплерографии генерируется векторное поле, где каждый воксель содержит текущее направление сосуда, а также скорость потока. Вместе с тем регистрируется также и В-режимное изображение. Для воссоздания кровотока с движущейся по нему крови информация о геометрии сосудов и направлении крови комбинируется. В данном исследовании задачей стояло демонстрация скорости движения потока. В качестве решения исследователи предложили следующий способ визуализации – учитывая, что на этапе доплерографии были получены данные о скорости и направлении потока в сегментированном участке кровотока, было принято решение, что наиболее удобным отображением будет использование небольшого количества точек отплывающего от выбранного сегмента. Конечно же, точки двигались в соответствии с той скоростью, с которой по этому участку двигалась кровь.

Следующий пример отличается от описанных ранее, так как основан на одномерных данных [4, 5], а точнее на математической модели. Исследователи создают математическую модель кровотока, затем соответствующую ей область разделяют на домены, где просчитывают давление крови, на основе давления в окружающих точках, посредством чего изменяется и вектор движения самого домена. Далее область с большим давлением окрашивают в соответствующий градиент.

Также существует вид, основанный на трехмерных данных, где с самого начала используются трехмерные модели. Например, имитацию модели можно создать при помощи 3ds Max [6]. Как демонстрирует пример, при добавлении физических эффектов можно имитировать такие явления, как тромбы, не прибегая к сложным вычислениям.

В результате можно сделать вывод, что для демонстрации движения крови в режиме real-time наиболее подходящей визуализацией кровотока является модель, основывающаяся на одномерных данных (математических). Аргументом тому может служить тот факт, что при получении двумерной модели можно создать лишь статическую модель, в которую невозможно вносить динамических изменений. Также модели, представленные в последнем примере, тоже уступают математическим, так как не обладают той точностью имитации настоящего движения крови, что присуще одномерным моделям.

Литература

1. Forkert N.D. 4D Blood Flow Visualization Fusing 3D and 4D MRA Image Sequences // Journal of magnetic resonance imaging. – 2012. – V. 36(2). – P. 443–453.
2. Markl M. Time-Resolved 3Dimensional Velocity Mapping in the Tho-racic Aorta [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.researchgate.net/publication/8477106>, своб.
3. Asmund Birkeland. Doppler-based 3D Blood Flow Imaging and Visualization [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.cg.tuwien.ac.at/research/publications/2013/Viola_Ivan_2013_D3D/Viola_Ivan_2013_D3D-Paper.pdf, своб.
4. Cristiano A. Implicit coupling of one-dimensional and three-dimensional blood flow models with compliant vessels [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://epubs.siam.org/doi/abs/10.1137/120867408>, своб.
5. Blanco P.J., Leiva J.S., Feijoo R.A. and Buscaglia G.C. Black-box decomposition approach for computational hemodynamics: One-dimensional models [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045782510003518>, своб.
6. 63d animation blood flow (V-Ray) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.animares.com/cms/archive/3120>, своб.



Калёнова Ольга Вячеславовна

Год рождения: 1994

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра информатики и прикладной математики, группа № P4217

Направление подготовки: 09.04.04 – Программная инженерия

e-mail: ovkalyonova@corp.ifmo.ru



Муромцев Дмитрий Ильич

Год рождения: 1976

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра информатики и прикладной математики, к.т.н., доцент

e-mail: mouromtsev@corp.ifmo.ru

УДК 004.045

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПОИСКА ПО МУЛЬТИМОДАЛЬНЫМ ДАННЫМ

Калёнова О.В.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Муромцев Д.И.

Работа выполнена в рамках темы НИР «Разработка подсистемы анализа мультимодальных данных для платформы управления графами знаний».

В работе представлена система поиска по мультимодальным данным для данных о цвете и цветовых сочетаниях в одежде. Дается описание мультимодальных данных. Описываются основные проблемы при работе с мультимодальными данными для поставленной задачи и пути их решения. Предлагается структура организации мультимодальных данных.

Ключевые слова: мультимодальные данные, цвет, цветовые сочетания, одежда, система поиска.

Мультимодальные данные представляют собой какие-либо конкретные данные о чем-либо, представленные в разных видах и форматах – модальностях. Среди источников исходных данных для модальностей могут выступать, например, схемы, графики, рисунки, видеозаписи, аудиозаписи. Иными словами, модальность – это форма представления какого-либо абстрактного понятия, сущности или объекта.

На текущий момент:

- большинство наборов данных хранят в себе наборы данных только одной модальности;
- в связи с этим чаще всего поиск по нескольким модальностям не связан между собой.

В ходе данной работы планировалось получить приложение, обладающее функциональностью, приведенной на рис. 1 в случае успешного поиска. Если текст запроса не понятен или не известен системе, но модальность успешно определена, понятие из запроса надлежит добавить в систему.

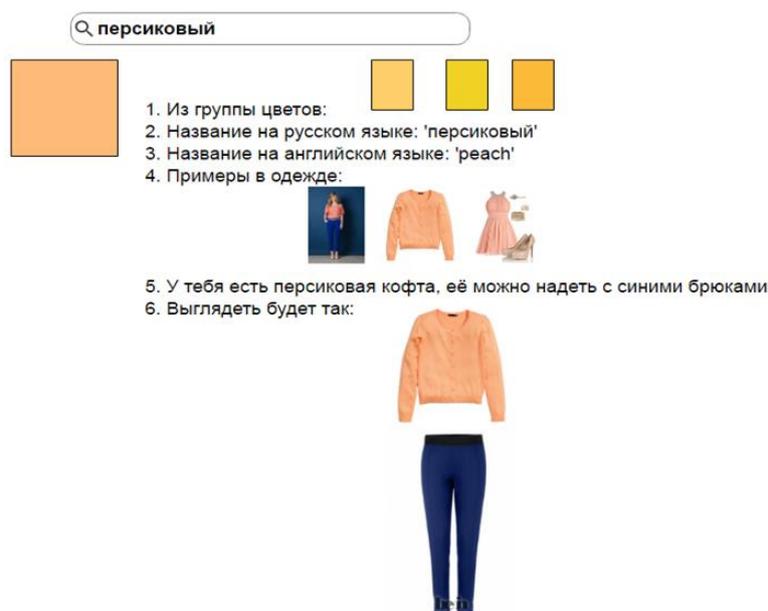


Рис. 1. Функциональность системы при успешном поиске

Основные этапы разработки такого приложения:

1. подготовить наборы данных;
2. модифицировать существующее функциональное ядро;
3. разработать внешнюю функциональность.

Функциональное ядро было разработано ранее на основе выведенного и реализованного алгоритма [1, 2]. Под внешней функциональностью понимается непосредственную реализацию пользовательского интерфейса.

Для выполнения поставленной задачи были выбраны две основные предметные области: цвет и одежда.

В первую очередь необходимо составить описание предметных областей, что, в свою очередь, есть ни что иное, как онтология. Онтологии цвета и цветовых сочетаний в том или ином виде уже была ранее реализована [3].

Тем не менее, ручное составление онтологий требует большой работы экспертов предметной области. В то же время, поиск существующей онтологии предметной области связан со следующими проблемами:

1. по выбранной предметной области может не оказаться полноразмерных детальных онтологий;
2. существующие онтологии хранят в себе:
 - «грязные» данные предметной области [4];
 - недостаточно данных для описания предметной области.

Это может быть связано с тем, что изначально массив данных, в котором происходит поиск данных, ориентирован не конкретно на требуемую предметную область, а лишь затрагивает ее.

Следствием описанных проблем являются:

1. необходимость объединения данных из различных гетерогенных источников:
 - различных онтологий;
 - различных других внешних независимых источников;
2. необходимость «очистки» данных перед началом работы.

Для разрешения обозначенных трудностей существуют следующие решения:

1. при объединении нескольких онтологий:
 - производить поиск соответствий;
 - производить поиск и исключение дубликатов;
 - в случае если соответствия или дубликаты не были найдены предлагать экземпляр для удаления с предварительной оценкой эксперта;
2. при объединении данных из различных внешних источников придерживаться ранее разработанного алгоритма представления мультимодальных данных:
 - для каждого источника данных выделим подмножества схожих по признакам объектов в пределах модальности, получая при этом гомогенные множества;
 - производим классификацию данных наиболее подходящим для этого способа в зависимости от структуры и характера данных;
 - производим отображение каждой из модальностей на результирующее множество при помощи функции отображения, получая при этом множество, элементы которого – гетерогенные множества [5];
 - в случае получения неоднозначности при отображении можно использовать одну из двух стратегий: дублирование одного неоднозначного элемента в каждое множество или использование макроэлемента, который бы включал в себя все множества, включающие неоднозначный элемент и сам неоднозначный элемент.

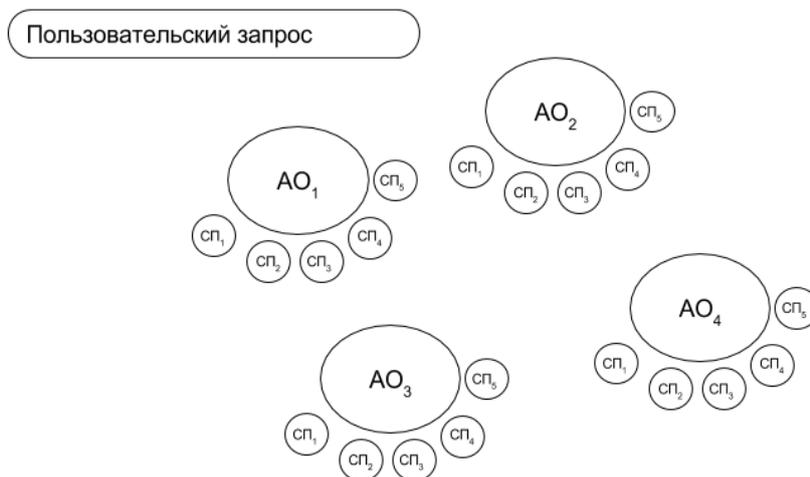


Рис. 2. Схема представления мультимодальных данных: АО – абстрактный объект; СП – сущностное представление; ФО – функциональное отношение

В результате применения описанных решений, будет получена структура данных, приведенная на рис. 2.

В результате представленной разработки была получена система поиска по мультимодальным данным, реализующая разработанный ранее метод. Система поиска основывается на представленной структуре представления данных.

Задачами дальнейшей работы являются совершенствование наборов данных и онтологий предметных областей, а также доработка и совершенствование пользовательского интерфейса.

Литература

1. Калёнова О.В. Метод представления мультимодальных данных о цвете и цветовых сочетаниях // Альманах научных работ молодых ученых Университета ИТМО. – 2016. – Т. 2. – С. 253–255.
2. Калёнова О.В. Применение метода представления мультимодальных данных // Сб. тезисов докладов конгресса молодых ученых. Электронное издание [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://openbooks.ifmo.ru/ru/file/2978/2978.pdf>, свобод.
3. Калёнова О.В. Проектирование онтологической модели цвета и цветовых сочетаний // Сборник трудов IV Всероссийского конгресса молодых ученых. – 2015. – С. 178–181.
4. Емцов В.С., Снижко Е.А. Проблема «грязных данных» при внедрении средств DataMining // Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки: сб. ст. – 2013. – № 9. – С. 30–34.
5. Fijalkow I., Heiman E., Messer H. Parameter estimation from heterogeneous/multimodal data sets // IEEE Signal Processing Letters. – 2016. – V. 23. – № 3. – P. 390–393.

**Клакевич Александр Викторович**

Год рождения: 1990

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра вычислительной техники, аспирантНаправление подготовки: 09.06.01 – Информатика и вычислительная
техника

e-mail: klakevich_a@mail.ru

УДК 004.94

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ
В САМООРГАНИЗУЮЩИХСЯ СЕТЯХ****Клакевич А.В.****Научный руководитель – д.т.н., профессор Алиев Т.И.**

В работе проведен обзор и анализ состояния и перспектив развития самоорганизующихся сетей: Ad-hoc, Mesh, WSN и их отличительных особенностей. Описаны особенности формирования топологии самоорганизующейся сети. Рассмотрена проблема управления топологией самоорганизующейся сети и отдельным узлом. Установлены ключевые проблемы в самоорганизующихся сетях, которые требуют решения для повышения эффективности работы сети.

Ключевые слова: маршрутизация, Ad-hoc, Mesh, WSN, MANET.

Прогноз развития беспроводных технологий показывает, что число разнообразных телекоммуникационных устройств достигнет к 2018 году 10 млрд. Сети, существующие сегодня, были построены для обслуживания нескольких миллиардов человек, но никак не нескольких триллионов устройств. В мире ведутся исследования, целью которых является создание принципиально иных, по сравнению с существующими, сетей. Имеются ввиду самоорганизующиеся сети [1], которые, в отличие от традиционных сетей связи, не имеют конкретной постоянной инфраструктуры. Под самоорганизацией понимают процесс упорядочения элементов одного уровня в системе за счет внутренних факторов, без внешнего специфического воздействия [2]. Самоорганизующейся называется сеть, в которой число узлов является случайной во времени величиной и может изменяться от 0 до некоторого значения N_{max} . Связи между узлами в такой сети также случайны во времени и образуются для достижения сетью какой-либо цели или для передачи информации в сеть связи общего пользования или в иные сети [2, 3]. В данном случае все узлы берут на себя функции управления сетью.

Такие сети обладают рядом преимуществ:

- возможность оптимального покрытия обслуживаемой территории;
- снижение требований к передающим узлам устройства по мощности, при этом дальность действия каждого узла сети должна быть не меньше расстояния до ближайшего соседнего узла.

Кроме этого, такая самоорганизующаяся сеть является устойчивой к изменениям в топологии сети.

Минусы самоорганизующихся сетей:

- большое количество служебного трафика;
- первоначальный запуск системы;
- сложность разработки транспортных и сетевых протоколов.

В настоящее время самоорганизующиеся сети можно разделить на:

- Mesh (ячеистые);
- Ad-hoc-сети;
- беспроводные сенсорные сети (WSN) и др.

Для построения таких сетей, как правило, используются уже имеющиеся различные технические устройства, поддерживающие работу разных технологий беспроводного доступа, например Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee и другие.

Mesh сеть – самоорганизующаяся сеть, являющаяся радиосетью ячеистой структуры, обеспечивающая топологию сети «каждый с каждым». Каждый узел по радиоканалу соединен со всеми соседями в области действия своего радиопередатчика, абоненты подключаются к узлам и не участвуют в ретрансляции служебных сообщений. Передача сообщений абонентам, расположенных на расстоянии, большем, чем зона видимости, происходит через соседние узлы.

Ad-hoc – децентрализованная беспроводная сеть, которая не имеет постоянной структуры, но абоненты стационарны. Клиентские устройства соединяются «на лету», образуя собой сеть. Каждое устройство сети пытается переслать данные, предназначенные другим узлам. При этом определение получателя данных производится динамически. Топология Ad-hoc-сети, фиксированная со случайным соединением узлов. Но существуют мобильные Ad-hoc-сети (MANET) основными отличительными особенностями которых являются:

- быстро меняющиеся топологии;
- применение случайного соединения узлов [4].

Беспроводная сенсорная сеть (WSN) – распределенная, самоорганизующаяся сеть, состоящая из датчиков (сенсоров) и устройств, реализующих служебные функции, которые объединены между собой посредством радиоканала. Покрываемая область сети варьируется от нескольких метров до нескольких километров благодаря ретрансляции сообщений от одного элемента к другому. WSN-сети часто характеризуются низкой скоростью генерации трафика и используются в основном как телеметрические сети.

Также самоорганизующиеся сети обладают различной размерностью, неоднородностью по мощности передачи и мобильности, ограниченной безопасностью и другими факторами.

Поскольку самоорганизующиеся сети построены на технологии беспроводного доступа, то им присущи проблемы традиционных беспроводных сетей:

- электромагнитная совместимость;
- энергоэффективность;
- синхронизация;
- безопасность и др.

При решении таких проблем в различных технологиях доступа могут применяться помехоустойчивые виды модуляции, аппаратные и программные технологии MIMO [5]. Большинство проблем в самоорганизующихся сетях взаимосвязаны и должны решаться комплексно. Без решения проблемы точного месторасположения узлов практически невозможно решить задачу формирования полной топологии сети. Для решения проблемы определения местоположения существует множество подходов, например, методы триангуляции [6], которые

позволяют достаточно точно определить местоположение узлов сети даже при динамически изменяющейся топологии сети. Кроме того, существуют проблемы, связанные с управлением сетью, поскольку методы, используемые в самоорганизующейся сети должны учитывать динамические процессы, происходящие в сети и реагировать на все изменения. В настоящее время одной из важных проблем является создание эффективных протоколов маршрутизации, поскольку большинство существующих протоколов эффективны в небольших сетях и сталкиваются с проблемой масштабируемости. При этом в зависимости от вида самоорганизующейся сети их использование может привести к неэффективному распределению ресурсов сети, а иногда и к ее неработоспособности. Решению проблем эффективной маршрутизацией посвящены работы [7, 8], и в настоящее время продолжается поиск решений.

Кроме того, требуют решения следующие задачи и проблемы [5]:

- эффективное распределение пропускной способности сети;
- обеспечение помехоустойчивости в условиях плотной застройки, передвижения абонентов;
- обеспечения безопасности передаваемого трафика и его защита от перехвата и фальсификации;
- организация эффективной маршрутизации в зависимости от топологии сети, заданных условий окружения и типа передвижения абонентов;
- предотвращение перегрузки узлов в «центре» сети;
- организация взаимодействия с внешними сетями.

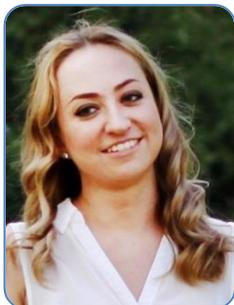
Таким образом, в настоящее время существует множество задач, без решения которых эффективность самоорганизующихся сетей будет низкой. При этом попытки решения большинства проблем, связанных с беспроводной средой передачи данных, таких как энергоэффективность, синхронизация, электромагнитная совместимость, безопасность были предприняты в различных стандартах, например, таких как Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee. Потому во многом ключевыми проблемами самоорганизующихся сетей в настоящее время остаются проблемы управления, в частности, задачи маршрутизации.

Проведен анализ состояния и рассмотрены перспективы развития самоорганизующихся сетей в современных телекоммуникационных системах. В частности, такие сети являются перспективными при решении ряда задач телеметрии и гражданского применения.

Литература

1. Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2014–2019 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-indexvni/white_paper_c11-520862.pdf, своб.
2. Евланов М.В., Неумывакина О.Е., Карамышева А.Ю. Анализ возможностей применения подходов к самоорганизации отдельных сервисов в сервис-ориентированных информационных системах // Вестник Нац. техн. ун-та «ХПИ»: сб. науч. тр. Темат. вып.: Новые решения в современных технологиях. – 2013. – № 16(989). – С. 22–26.
3. Хоров Е.М. Знакомство с современными беспроводными технологиями. Многошаговые беспроводные сети: принципы построения и открытые задачи [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mipt.ru/drec/upload/d27/multihop-wireless.pdf>, своб.
4. Беспроводные самоорганизующиеся сети [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://crossgroup.su/solutions/adhoc.html>, своб.
5. Евдокимов И.Л. Применение технологии MIMO в самоорганизующихся сетях связи ad-hoc [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://conf.mirea.ru/CD2011/pdf/p3/31.pdf>, своб.
6. Быстров Р.П., Загорин Г.К., Соколов А.В., Федорова Л.В. Пассивная радиолокация: методы обнаружения объектов. – М.: Радиотехника, 2008. – 320 с.
7. Орлов В.Г., Фадеев А.Н. Протоколы маршрутизации в мобильных ad-hoc-сетях // Материалы международной научно-технической конференции. – 2012. – Ч. 6. – С. 208–212.

8. Ляхов А.И., Некрасов П.О., Островский Д.М., Сафонов А.А., Хоров Е.М. Анализ совместного использования проактивного и реактивного методов распространения сетевой информации в многошаговых беспроводных сетях // Информационные процессы. – 2013. – Т. 12. – № 3. – С. 198–212.



Кляус Татьяна Константиновна

Год рождения: 1993

Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем, аспирант

Направление подготовки: 10.06.01 – Информационная безопасность
e-mail: tanya.k312@gmail.com

УДК 004.056

**МОДЕЛИРОВАНИЕ УГРОЗ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ СИСТЕМ
ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА**

Кляус Т.К.

Научный руководитель – д.т.н., профессор Гатчин Ю.А.

В работе рассмотрены подходы к определению и анализу угроз безопасности информации в системах электронного документооборота. Предложены принципы построения обобщенной модели угроз для систем электронного документооборота с использованием деревьев атак.

Ключевые слова: система электронного документооборота, модель угроз, угроза безопасности информации, деревья атак.

В связи с глобальным переходом от традиционного бумажного документооборота к электронному, и, как следствие, ростом рынка систем управления электронным контентом, вопросы защиты информации в системах электронного документооборота (СЭД) становятся актуальной проблемой. Утечка информации, циркулирующей в СЭД, может нанести финансовый и репутационный ущерб своему владельцу. Модель угроз представляет собой универсальный инструмент для анализа состояния информационной безопасности автоматизированных систем и программных приложений.

Наиболее полное определение модели угроз в отечественных нормативных документах представлено в стандарте СТО БР ИББС-1.0-2014; согласно данному стандарту, модель угроз информационной безопасности (ИБ) представляет собой описание актуальных для организации источников угроз ИБ, методов реализации угроз ИБ, объектов, пригодных для реализации угроз ИБ, уязвимостей, используемых источниками угроз ИБ, типов возможных потерь (например, нарушение доступности, целостности или конфиденциальности информационных активов), масштабов потенциального ущерба [1].

Различные подходы к определению и анализу угроз безопасности информации для СЭД представлены в ряде научных работ. В работе [2] предложена модель угроз системы защищенного электронного документооборота (СЗЭД), в которой представлены виды и результаты возможных деструктивных воздействий на элементы СЗЭД, приводящих к нарушению ряда свойств электронного документа (конфиденциальности, доступности, целостности, аутентичности, достоверности и легитимности), а также нарушению нормального функционирования элементов СЗЭД и невозможности подписания и согласования электронных документов.

В статье [3] проведен анализ угроз информации в СЭД по основным трем нарушаемым свойствам безопасности – конфиденциальности, целостности и доступности. Автор рассматривает

последствия реализации угроз для компонентов СЭД: рабочих мест, сервера операционной системы, сервера автоматизированной системы электронного документооборота, сервера базы данных и каналов связи между компонентами системы.

В работе [4] впервые применяются деревья атак для определения угроз и уязвимостей в СЭД. Для анализа безопасности системы также выбраны категории конфиденциальности, целостности и доступности. Основным недостатком данной работы состоит в том, что среди множества возможных атак, реализуемых в СЭД, отсутствуют атаки на электронную цифровую подпись (ЭЦП), несмотря на то, что ЭЦП считается основным средством защиты информации в системах данного типа.

Поскольку большинство решений в области электронного документооборота имеют схожую архитектуру и общие принципы работы, может быть построена обобщенная модель угроз для СЭД с использованием деревьев атак.

Деревья атак, предложенные Б. Шнайером в работе [5] в качестве инструмента для оценки безопасности систем, являются формальным методом описания возможных атак на систему в структурированном виде, позволяющим разложить абстрактную атаку (цель) на несколько более конкретных атак (подцелей). Прототипом деревьев атак являются деревья отказов, применяющиеся в теории надежности и служащие для графического описания комбинации событий, приводящих к отказу системы. Деревья атак в настоящее время широко применяются в различных методологиях моделирования угроз, а также в авиации и обороне.

Деревья атак состоят из корневого узла, листовых узлов и узлов ветвления. Как правило, корневой узел (общая цель атакующего) отображается в верхней части дерева с ветвями, нисходящими от корня. Листовыми узлами являются узлы, расположенные на нижних уровнях дерева и представляющие собой действия, предпринимаемые злоумышленниками. Узлы ветвления представляют собой промежуточные состояния или подцели атакующего и обозначаются как узлы «И» или «ИЛИ». Все подузлы узла «И» должны быть истинными для того, чтобы была достигнута цель или состояние данного узла. Состояние узла «ИЛИ» достигается в случае, если один из его подузлов принимает истинное значение.

Суммируя все вышесказанное, можно прийти к выводу, что обобщенная модель угроз для СЭД с использованием деревьев атак должна:

- содержать деревья атак на нарушение свойств безопасности информации, гарантирующих сохранение юридической значимости электронного документа;
- учитывать используемые в СЭД механизмы защиты данных (ЭЦП, контроль целостности, протоколирование и т.д.).

Построение подобной модели угроз для СЭД может служить одним из возможных способов выявления и устранения недостатков в рамках данных систем.

Литература

1. СТО БР ИББС-1.0-2014. Обеспечение информационной безопасности организаций банковской системы Российской Федерации. Общие положения. – Введен 01.06.2014. – М.: Банк России, 2014. – 44 с.
2. Елисеев Н.И. Модель угроз безопасности информации при ее обработке в системе защищенного электронного документооборота // Изв. ЮФУ. Технические науки. – 2012. – № 12. – С. 212–218.
3. Досмухамедов Б.Р. Анализ угроз информации систем электронного документооборота // Вестник Астраханского государственного технического университета. Управление, вычислительная техника и информатика. – 2009. – № 2. – С. 140–143.

4. Threat modeling of enterprise content management systems [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.160.4210&rep=rep1&type=pdf>, своб.
5. Schneier B. Attack trees // Dr. Dobb's Journal of software tools. – 1999. – № 24(12). – P. 21–29.



Кожевников Иван Денисович

Год рождения: 1994

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра графических технологий, группа № P4170

Направление подготовки: 09.04.02 – Информационные системы
и технологии

e-mail: kozhevnikovivan94@gmail.com



Меженин Александр Владимирович

Год рождения: 1959

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра графических технологий, к.т.н., доцент

e-mail: mejenin@mail.ru



Бурлов Дмитрий Игоревич

Год рождения: 1988

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра графических технологий, аспирант

Направление подготовки: 09.06.01 – Информатика и вычислительная
техника

e-mail: burloff@mail.ru

УДК 004.5; 7.79

ИНТЕРАКТИВНЫЕ И НЕЛИНЕЙНЫЕ СЮЖЕТЫ В КИНО

Кожевников И.Д., Меженин А.В., Бурлов Д.И.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Меженин А.В.

Рассмотрены вопросы создания современных нелинейных и интерактивных сюжетов, проанализированы проблемы, возникающие при их создании, и предложены возможные их решения.

Ключевые слова: интерактивные сюжеты, нелинейные сюжеты, нелинейный монтаж, кино, мультимедиа.

На самом деле некоторые элементы «нелинейного сюжета» совсем не новы. Уже в 90-ые годы прошлого века некоторые режиссеры часто продумывали несколько вариантов окончания своих картин. Но так как существовала возможность показа только одного варианта, в финальную версию продукта, предназначенного для массового зрителя, включался только один вариант. Но, иногда, создатели, возможно неуверенные в правильности своего выбора или по какой-либо другой причине, включали в ограниченные издания, предназначенные для ограниченного круга зрителей другой вариант окончания фильма или его развития, который мог кардинально отличаться от основного варианта, либо вносить незначительные изменения в восприятие картины. Помимо нелинейности в некоторых современных сюжетах добавляется интерактивность. Интерактивность различного контента, будь то кино/игра или даже видео в

Интернете, сейчас является элементом, технически реализуемым и способным усилить вовлеченность зрителя в картину либо видеоролик [1–5].

Одним из первых экспериментов в кино с использованием нелинейности сюжета стал фильм режиссера Радуза Чинчера «Киноавтомат» 1967 года. Зрители в кинозале при просмотре данной картины несколько раз путем голосования выбирали вариант, по которому в дальнейшем будет развиваться сюжет. Фильм был показан несколько раз и посмотрели его всего несколько тысяч зрителей.

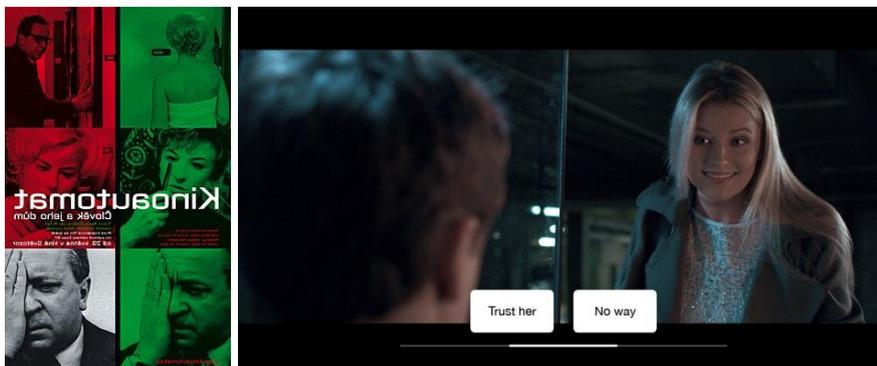


Рис. 1. Постер фильма «Киноавтомат». Пример выбора направления сюжета в фильме «Ночная игра»/«Late Shift»

С развитием технологий появилось больше возможностей для создания нелинейных и интерактивных сюжетов. Так, в 2016 году был снят и показан во множестве кинотеатров, в том числе и российских, фильм «Ночная игра» («Late Shift»), который предлагал несколько раз по ходу сюжета зрителям с помощью мобильного приложения выбрать дальнейший вариант развития сюжета (рис. 1). Фильм имел 7 концовок и то, какая концовка будет показана, решал набор результатов голосования зрителей по ходу сюжета. Помимо картин для широкого проката интерактивные элементы присутствуют и в роликах для частного просмотра.



Рис. 2. Совмещенный кадр двух сюжетов из ролика Honda Civic. The Other Side

Хорошим примером является рекламный ролик компании HONDA, выпущенный в 2014 году под названием «The Other Side». Главной особенностью ролика было то, что в любой момент с помощью нажатия кнопки R на клавиатуре можно было поменять визуальный ряд. Таким образом, один ролик содержал в себе два сюжета, которые проигрывались параллельно, имели одинаковую композицию и главного героя, остальные элементы менялись (рис. 2). Хорошая синхронизация и мгновенный отклик на нажатие позволяли в любой момент времени, не отвлекаясь от сюжета менять визуальный ряд.

К сожалению, данный ролик больше невозможно посмотреть в задуманной манере, так как он был реализован с помощью старого youtube-плеера, который после обновления не может воспроизводить параллельные сюжеты. Еще одним примером интерактивного сюжета является работа канадской студентки Кирстен Йохансон «The Last Cause», которая находится в свободном доступе на официальном сайте фильма. Сама картина отличалась тем, что зрителю предлагалось выбрать одну из трех камер, с которой велось повествование. Сюжет со всех трех камер связан, но эта связь видна не сразу. При наведении курсора мыши на одно из трех предложенных окон, оно

выводилось на основной экран, и начинал проигрываться звук с выбранной камеры. Фильм является абсолютно некоммерческой работой и описан в качестве еще одного примера реализации инструмента интерактивности.

Исходя из рассмотренных примеров, можно выделить несколько проблем, с которыми может столкнуться режиссер, желающий создать интерактивный или нелинейный сюжет. Возможность публичного показа интерактивных роликов. Каждый человек предпочитает управлять видеорядом индивидуально, что, само собой, затрудняет массовый показ такого контента, и даже попытка внедрения системы голосования и развития сюжета по пути подавляющего большинства не решает в полном объеме эту проблему. Хронометраж данного контента весьма ограничен по очевидным техническим причинам. Видеоконтент с интерактивным и нелинейным сюжетом определенного финального хронометража несомненно потребует больше ресурсов, чем ролик того же хронометража без этих элементов. Поиск оптимального инструмента взаимодействия зритель–сюжет. Такой инструмент не должен отвлекать от просмотра и мешать погружению. Сейчас возможно использование множества устройств для воздействия на сюжет: от классических устройств ввода–вывода (клавиатуры/мыши как в примере с роликом от Honda) до использования смартфонов и других гаджетов.

Выделив основные проблемы, в данной работе предложен некоторый план, по которому желающему создать интерактивный сюжет, было бы более легко и удобно следовать. Выбор «широты» целевой аудитории. Важно сразу определиться с тем, рассчитываем ли мы на публичный показ нашего нелинейного сюжета, или ролик будет предназначен только лишь для публичного просмотра. Исходя из нашего выбора, мы должны будем выбирать способ интерактивности и реализуемость его в зависимости от условий показа.

Определение роли интерактивной составляющей сюжета. Вопрос художественной составляющей интерактивных сюжетов в данной работе не рассматривался, но при создании следовало сразу решить, зачем привносить в наш ролик интерактивность и (или) нелинейность. Либо мы хотим расширить сюжетно-смысловую составляющую и показать детали сюжета, которые были бы скрыты, если бы в нашем сюжете отсутствовали интерактивные элементы, либо мы хотим просто добавить интересное интерактивное дополнение к нашему сюжету и сделать из ролика некий «аттракцион», которым смотрящий будет впечатлен и захочет поделиться.

Выбор инструмента интерактивности. Данный вопрос был затронут в этой работе при детальном рассмотрении проблемы нахождения такого оптимального инструмента. Разработка плана съемки сюжета с учетом его особенностей. Интерактивная составляющая сюжета может накладывать определенные ограничения на работу оператора, поэтому лучше задуматься об этом до начала съемочного процесса.

Монтаж интерактивного сюжета. Следует не забывать, что для того чтобы обеспечить грамотное внедрение элемента интерактивности, который не будет отвлекать зрителя от просмотра, в нашем сюжете на этапе монтажа следует учесть несколько моментов. Требуется добиться мгновенного отклика на воздействия зрителя на сюжет. Чтобы не прерывать погружения зрителя на сюжет, требуется обдумать момент, когда зритель воздействует на ролик. Если на экране будут присутствовать какие-либо инструменты воздействия (кнопки, панели и т.п.) то нельзя допускать полной остановки видеоряда (стоп-кадра). Гораздо интереснее будет смотреться, если действие не будет останавливаться. Оно может замедлиться, либо может быть использована какая-либо «перебивка».

В итоге, в данной работе рассмотрены примеры современных интерактивных и нелинейных сюжетов, которые позволяют составить общую картинку о современных интерактивных и нелинейных кинематографических роликах. Также были выделены проблемы, связанные с созданием и показом таких сюжетов, и предложена методика по созданию нелинейных и интерактивных роликов. В дальнейшем автором предполагается создания нескольких сюжетов с целью выявить еще какие-либо проблемы, которые могут возникнуть при создании, а также понять, какие варианты демонстрации и какие инструменты интерактивности будут лучше восприняты зрителем.

Литература

1. Kinoautomat [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://en.wikipedia.org/wiki/Kinoautomat>, своб.
2. Late Shift – the world`s first cinematic interactive movie [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lateshift-movie.com>, своб.
3. Johnson K. Lost Cause: an interactive movie project [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.motionpieces.com/attachments/thesis.pdf>, своб.
4. Honda Civic Type R. The Other Side [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.themill.com/portfolio/842/the-other-side>, своб.
5. Интерактивный ужастик [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habrahabr.ru/post/85679/>, своб.

**Кознов Лев Николаевич**

Год рождения: 1995

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра вычислительной техники, группа № P3410Направление подготовки: 09.03.04 – Программная инженерия
e-mail: asdds1137@cs.ifmo.ru**Жмылёв Сергей Александрович**

Год рождения: 1992

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра вычислительной техники, аспирантНаправление подготовки: 09.06.01 – Информатика и вычислительная
техника
e-mail: korg@cs.ifmo.ru

УДК 004.722

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО
ИЛИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПОСТРОЕНИЯ ТОПОЛОГИЙ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ****Кознов Л.Н., Жмылёв С.А.****Научный руководитель – аспирант Жмылёв С.А.**

В работе рассмотрены наиболее часто используемые системы автоматического и автоматизированного построения топологий вычислительных сетей. Выбраны показатели систем для сравнения, и выполнен сравнительный анализ на основе этих показателей. Сформулированы рекомендации по выбору системы построения сетевых топологий.

Ключевые слова: вычислительные сети, топологии вычислительных сетей, сканирование вычислительных сетей, обнаружение сетевых устройств.

Введение. На сегодняшний день в мире существует большое количество систем автоматического или автоматизированного построения топологий вычислительных сетей [1]. Данные системы зачастую встраивают в системы управления и контроля вычислительных сетей [2]. Также системы построения сетевых топологий используются при проектировании новых сетевых сегментов, поиске узких мест и ошибок, допущенных в сетевой конфигурации узлов [3]. Следовательно, выбор системы автоматического или автоматизированного построения топологий вычислительных сетей является актуальной задачей.

В существующих предприятиях эта задача часто решена бессистемно или на основе личных предпочтений сетевого администратора. Однако выбранная система часто не полностью удовлетворяет требованиям предприятия.

В частности, система, используемая на кафедре вычислительной техники Университета ИТМО, не поддерживает функции сканирования систем хранения данных и сетевых интерфейсов, а также не имеет открытого исходного кода.

В связи с этим **цель работы** – сформулировать способ выбора системы построения топологий вычислительных сетей. Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующий ряд задач.

1. Определить множество рассматриваемых систем.
2. Выбрать показатели систем для сравнения.
3. Сформулировать рекомендации по выбору системы.

Задача 1. Анализируя предметную область, мы обратились к данным маркетингового агентства Гартнер за третий квартал 2016 года и материалам, основанным на опросе более трехсот экспертов. В результате были выбраны девять наиболее часто используемых систем: Docusnap, netTerrain, OpManager, OpenNMS, Netbrain, Solarwinds, Spiceworks, WhatsUp и NetTransformer.

Задача 2. В ходе анализа выбранных систем и для удовлетворения поставленных требований были определены следующие показатели для сравнения.

1. Открытый исходный код (ОИК) для возможности адаптации системы к конкретным вычислительным сетям.
2. Возможность работы одного экземпляра программного обеспечения (ПО) в различных инфраструктурах (РИ). Данный показатель отражает то, как система позиционируется: для постоянного нахождения в одной сети и работы с ней, или для многократных разовых запусков в различных сетях.
3. Возможность отправки управляющих команд на сетевые узлы (УК). В рамках данного показателя учитывалась возможность системы управлять вычислительными устройствами по всем широко распространенным протоколам сетевого управления: SSH, SNMP, RDP, Telnet и прочие.
4. Кроссплатформенность (КП). Согласно данным аналитической компании Net Applications за 2016 год, доля операционных систем (ОС), отличных от ОС Windows, на рынке операционных систем достигла 10% и продолжает расти. В связи с этим возможность работы с приложением на отличных от ОС Windows платформах является важным фактором при выборе системы.
5. Набор функциональных возможностей. Среди них: сканирование сетевых интерфейсов (СИ), физических соединений (ФС), возможность обнаружения систем хранения данных (СХД), IP-телефонов (ИТ), периферийных устройств (ПУ).

Все рассмотренные системы были ранжированы по предложенным показателям (таблица).

Таблица. Показатели систем

	ОИК	РИ	УК	КП	СИ	ФС	СХД	ИТ	ПУ
Docusnap		✓					✓		✓
netTerrain		✓			✓	✓		✓	
OpManager			✓						✓
OpenNMS	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Netbrain		✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
Solarwinds		✓	✓		✓	✓			✓
Spiceworks						✓	✓	✓	✓
Whatsup					✓	✓		✓	✓
NetTransformer	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	

Задача 3. По результатам сравнительного анализа были сформулированы следующие рекомендации по выбору системы автоматического или автоматизированного построения топологий вычислительных сетей (рисунок).

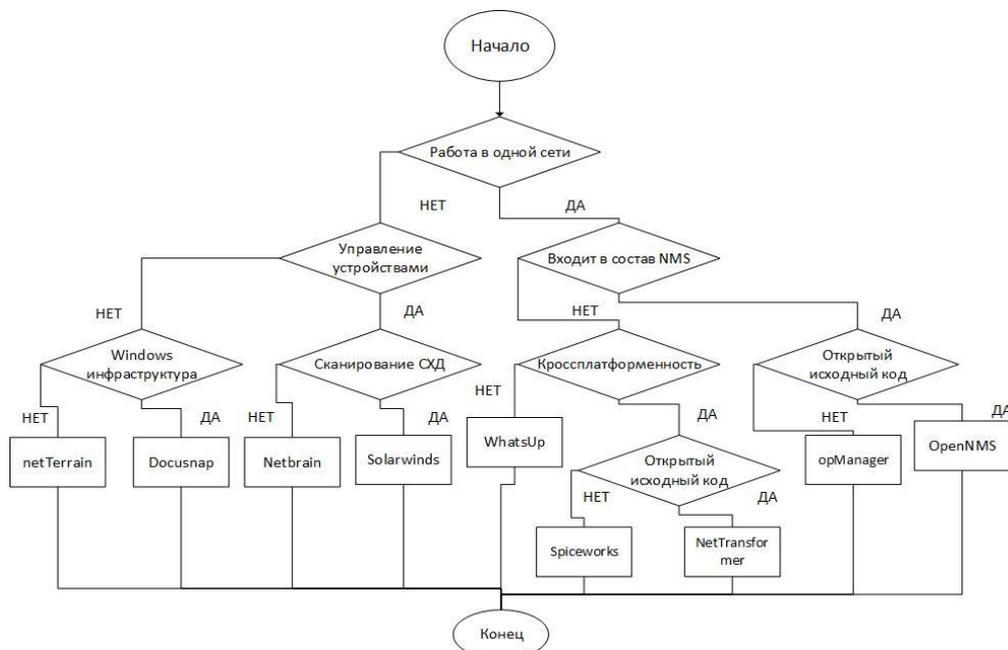


Рисунок. Граф-схема алгоритма выбора системы автоматического или автоматизированного построения топологий вычислительных сетей

1. Если система используется системным администратором, обслуживающим множество различных сетей, следует выбрать систему, не требующую работы в единственной сети.
2. При необходимости конфигурирования сети из интерфейса системы построения топологий, необходимо выбирать систему, поддерживающую данную возможность (Netbrain или Solarwinds), либо систему, входящую в состав NMS, т.е. системы управления вычислительной сетью (OpenNMS, opManager).
3. Docusnap демонстрирует наилучший результат по обнаружению в сети сервисов, специфичных для инфраструктуры, построенной на базе ОС Windows Server.
4. В случае если перед системным администратором стоит требование использовать ПО с открытым исходным кодом, то следует сделать выбор в пользу OpenNMS или NetTransformer.
5. OpenNMS, Netbrain и Spiceworks предоставляют наибольший набор функциональных возможностей. Также высокие показатели наблюдаются у продуктов Solarwinds, WhatsUp и NetTransformer.

Заключение. В работе были достигнуты следующие результаты.

1. Выявлено множество наиболее часто используемых систем автоматического или автоматизированного построения топологий вычислительных сетей.
2. Выявлены показатели систем для сравнения.
3. Проведен сравнительный анализ систем.
4. Сформулированы рекомендации по выбору системы для построения сетевых топологий.

В ходе выполнения сравнительного анализа не было найдено ни одной системы, удовлетворяющей изначально поставленным требованиям. В связи с этим в настоящее время ведутся работы по разработке системы автоматизированного построения топологий вычислительных сетей.

Литература

1. Грудин А. Технология автоматизированного построения топологий локальных вычислительных сетей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.rae.ru/forum2011/pdf/article604.pdf>, своб.

2. Bantseev S., Labbé I. Study of Tools for Network Discovery and Network Mapping [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dtic.mil/get-tr-doc/pdf?AD=ADA465674>, своб.
3. Chun B.N., Mainwaring A.M., Schleimer S., Wilkerson D.S. System area network mapping / SPAA '97 Proceedings of the ninth annual ACM symposium on Parallel algorithms and architectures. – 1997. – P. 116–126.

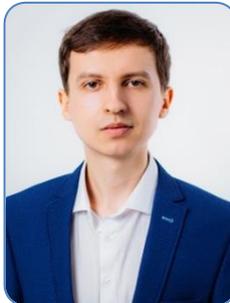


Комарова Антонина Владиславовна

Год рождения: 1993

Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем, аспирант

Направление подготовки: 10.06.01 – Информационная безопасность
e-mail: piter-ton@mail.ru



Меншиков Александр Алексеевич

Год рождения: 1991

Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем, аспирант

Направление подготовки: 10.06.01 – Информационная безопасность
e-mail: menshikov@corp.ifmo.ru

УДК 004.056.5

АЛГОРИТМЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ЦИФРОВОЙ ПОДПИСИ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Комарова А.В., Меншиков А.А.

Научный руководитель – д.т.н., профессор Коробейников А.Г.

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615878 «Проектирование методов создания безопасных технологических и информационных систем».

На сегодняшний день криптография с открытым ключом находит все более широкое применение в жизни современного общества. Асимметричная криптография используется не только на межгосударственном уровне и на торговых площадках, но и в повседневной жизни каждого человека. Как известно, обеспечить аутентичность, доступность и конфиденциальность информации можно с помощью электронной цифровой подписи. О различных схемах электронной цифровой подписи и их применении шла речь в данной работе.

Ключевые слова: электронная цифровая подпись, асимметричная криптография, постквантовая криптография, факторизация, теория решеток, дискретное логарифмирование.

Протоколы криптографии с открытым ключом появились в середине прошлого века. Благодаря отсутствию необходимости в предварительном обмене ключевым материалом между отправителем и получателем, асимметричная криптография в современном информационном мире используется для решения большого спектра задач, таких как:

1. электронное голосование;
2. финансовые транзакции;
3. электронные деньги;
4. анонимная связь по коммутируемым каналам;
5. электронные офисные системы.

Конечно, в реальных применяемых схемах электронной цифровой подписи (ЭЦП) происходит сочетание классической и асимметричной криптографий. В данной работе рассказано об истории появления и развития протоколов ЭЦП, а также о перспективах их дальнейшего применения.

Явный прорыв в криптографии с открытым ключом был сделан Уитфилдом Диффи и Мартином Хеллманом в 1976 году с появлением первого протокола обмена ключами по незащищенному каналу. Несмотря на это, первый алгоритм именно электронной цифровой подписи RSA был изобретен Рональдом Ривестом, Ади Шамиром и Леонардом Адлеманом и опубликован в 1977 году [1]. Как известно, он основывался на задаче факторизации, т.е. на разложении большого числа на простые множители. На основе же разработок, выполненных У. Диффи и М. Хеллманом, в 1984 году Тахер Эль-Гамаль предложил схему ЭЦП. Его схема основывалась на сложности задачи дискретного логарифмирования.

Для создания стойкой к взлому подписи требуются достаточно большие размеры ключа подписи, а его выработка требует больших вычислительных ресурсов и временных затрат [2]. Данная проблема стояла, как и в прошлом веке, так и сейчас, только размеры «безопасной подписи» увеличились.

В качестве попытки решить эту проблему, в 1985 году независимо друг от друга двое ученых Нил Коблиц и Виктор Миллер предложили «перенести» все алгоритмы, основанные на проблеме Диффи–Хеллмана в простом конечном поле в группы точек на эллиптических кривых. С учетом того, что на сегодняшний день еще не найдено субэкспоненциального алгоритма решения задачи дискретного логарифмирования на эллиптических кривых, схемы, основанные на этой задаче, имеют огромное преимущество в стойкости к взлому по сравнению с другими схемами [3].

Все вышесказанное звучит довольно оптимистично для современной криптографии, если бы не алгоритм Шора, разработанный Питером Шором в 1994 году. Согласно этому квантовому алгоритму, взлом криптосистем с открытым ключом становится возможным. Позже работоспособность алгоритма Шора была проверена специалистами IBM. Учеными предполагается возможное появление квантового компьютера в ближайшие 20–25 лет. Таким образом, еще в начале XXI века, 16 лет назад, поднимался вопрос о создании криптографических алгоритмов, стойких к квантовым вычислениям. Этой сферой сейчас занимается особая отрасль криптографии – постквантовая криптография.

К постквантовой криптографии относится, например, так называемая теория решеток, или криптография на решетках. Первая ЭЦП, основанная на решетках, была предложена в 1997 году учеными Миклошем Айтаем и Синтией Дворк, однако не получила широкого распространения из-за большого увеличения шифртекста по сравнению с исходным текстом. Известна схема Гольдвассера–Гольдштейна–Халеви (GGH97), также не получившая широкого применения. Предложенная в 1998 году схема ЭЦП NTRU была взломана в 2001 году, а вот ее преемница NTRUSign (2003) является куда более эффективной, отличается меньшей длиной ключа подписи, и считается достойным противником квантовому компьютеру [4]. В настоящее время учеными (Вадим Любашевский, Крис Пейкерт, Даниэль Мицианцио, Овед Регев, Фонг Нгуен и др.) ведутся мощные исследования криптографии на решетках [5].

Помимо теории решеток, к задачам постквантовой криптографии можно отнести следующие подходы: подход, основанный на использовании блочных шифров (Крис Митчел, 2003 год); подход, основанный на использовании псевдослучайных генераторов и теории графов (Ави Вигдерсон и Боаз Барак, 2008 год); подход на основе квазигрупп (Данило Глигороски, Смайл Марковски и Свейн Кнапског, 2008 год). Все эти подходы по тем или иным причинам пока не нашли практического применения в криптографических протоколах ЭЦП.

Таким образом, можно сделать вывод, что для противодействия возможному квантовому противнику, а также во избежание взлома существующих криптосистем, появляется задача создания алгоритмов ЭЦП на основе новых принципов и новых математических примитивов. В силу того факта, что вычислительные ресурсы с каждым

годом имеют возрастающую тенденцию, становится актуальным процесс комбинирования различных математических примитивов в одной схеме ЭЦП.

Литература

1. Пискова А.В., Коробейников А.Г. Разработка алгоритма электронной цифровой подписи, основанного на задачах факторизации и дискретного логарифмирования на эллиптических кривых // Сб. трудов IV Всероссийского конгресса молодых ученых. – 2015. – С. 322–326.
2. Пискова А.В. Усиление стойкости схемы аутентификации информации путем решения нескольких вычислительно сложных задач // Научные работы участников конкурса «Молодые ученые НИУ ИТМО» 2015 года. – 2016. – С. 234–237.
3. Moldovyanu P.A., Dernova E.S., Kostina A.A., Moldovyan N.A. Multisignature Protocols and Problem of Simultaneous Signing a Package of Contracts // 4th Int. Workshop IF&GIS'09. – 2009. – P. 331–341.
4. Пискова А.В., Коробейников А.Г. Особенности применения теории решеток в схемах электронной цифровой подписи // Кибернетика и программирование. – 2016. – № 2. – С. 8–12.
5. Naviv I. and Regev O. Tensor-based hardness of the shortest vector problem to within almost polynomial factors // In Proc. 39th ACM Symp. on Theory of Computing (STOC). – 2007. – P. 469–477.



Кораханов Тимур Ботирович

Год рождения: 1994

Факультет систем управления и робототехники, кафедра мехатроники, группа № P4125

Направление подготовки: 15.04.06 – Мехатроника и робототехника

e-mail: korahanoff@mail.ru



Коваленко Павел Павлович

Год рождения: 1984

Факультет систем управления и робототехники, кафедра мехатроники, к.т.н., доцент

e-mail: kovalenko_p.p@mail.ru

УДК 621.8

МЕХАТРОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ МУСКУЛЬНОЙ СИЛЫ ЧЕЛОВЕКА

Кораханов Т.Б.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Коваленко П.П.

В работе приведены начальные этапы проектирования мехатронной системы, предназначенной для увеличения мускульной силы человека (экзоскелета). Выполнены обзор состояния вопроса, патентный поиск и анализ аналогов разрабатываемого устройства. На основании проведенного анализа существующих систем была предложена альтернативная структура экзоскелета, включающая активную и пассивную части.

Ключевые слова: экзоскелет, увеличение мускульной силы, классификация экзоскелетов, мягкий экзоскелет, структура экзоскелета.

В последнее время проводятся активные разработки устройств, названных экзоскелетами (внешними скелетами). Экзоскелет – устройство, предназначенное для увеличения силы человека за счет внешнего каркаса. Обычно данные конструкции имеют антропоморфный вид и крепятся на руках, ногах или корпусе человека, они служат для воспроизведения движений его тела с некоторым масштабным коэффициентом по усилиям. Данные устройства имеют множество областей применения: военная сфера; использование людьми с ограниченными физическими возможностями; ликвидация последствий различных чрезвычайных ситуаций; использование в условиях неприменимости тяжелой техники; использование в операциях, где возможна замена тяжелой техники человеческим трудом [1, 2].

Экзоскелет можно разделить на три составляющие: источник питания, механический скелет и программное обеспечение. При разработке подобных систем может возникнуть ряд проблем с каждой из составляющих, которые необходимо решить:

1. выбор источника питания. В большинстве случаев современные источники питания могут обеспечить экзоскелету лишь несколько часов автономной работы;
2. разработка структуры механической части. Материал для каркаса должен быть одновременно прочным и легким. При большом весе костюма его эффективность упадет. Особую проблему представляет выбор приводов. Гидравлические цилиндры достаточно мощные и работают с высокой точностью, но тяжелые и требуют наличия большого количества шлангов и трубок. Пневматика, напротив, слишком непредсказуема в плане обработки движений, поскольку сжатый газ пружинит, а реактивные силы будут толкать приводы. Наиболее перспективными являются сервоприводы на электрической основе;
3. проблему при создании экзоскелета также представляет управление и регулировка чрезмерных и нежелательных движений, рассинхронизация движений пользователя и костюма приведет к увечьям [3].

Экзоскелеты возможно классифицировать по 7 признакам, подобная система классификации представлена в таблице [4].

Таблица. Классификация экзоскелетов

Признак классификации	Классы экзоскелетов
Источник энергии и принцип работы привода	Активные экзоскелеты
	Пассивные экзоскелеты
Точка приложения (локализации)	Экзоскелет верхних конечностей
	Экзоскелет нижних конечностей
	Экзоскелет-костюм
Стоимость (условно)	Низкая стоимость (доступные): 1000–10000 долл. США
	Средняя ценовая категория: 10000–50000 долл. США
	Высокая стоимость – более 50000 долл. США
Область применения	Военная
	Медицинская
	Промышленная
	Космическая
Вес конструкции	Легкие – до 5 кг
	Средняя весовая категория – от 5 до 30 кг
	Тяжелые – более 30 кг
Количество функций	Экзоскелеты простого назначения
	Экзоскелеты двойного назначения
	Экзоскелеты с расширенными функциями
Мобильность	Мобильные
	Фиксированные (стационарные)

В ходе работы были рассмотрены современные аналоги экзоскелетов и произведен патентный поиск. Анализ аналогов и патентов показал, что одной из основных проблем экзоскелетов является малое время их автономной работы. Влияние данного фактора может быть уменьшено не только за счет выбора альтернативных источников питания, но и путем внесения изменений в конструкцию и выбора более легких материалов, что позволит сократить энергопотребление системы, а следовательно, продлить время автономной работы.

На основании проведенного анализа существующих систем была предложена альтернативная структура разрабатываемой системы. Данная конструкция будет состоять из мягкого активного экзоскелета и пассивного экзоскелета. Пассивный экзоскелет будет обеспечивать разгрузку опорно-двигательного аппарата человека и повышение его грузоподъемности. А активная часть обеспечит экономию энергии человека и увеличит эффективность его движения. Концептуальное изображение подобной системы приведено на рисунке.

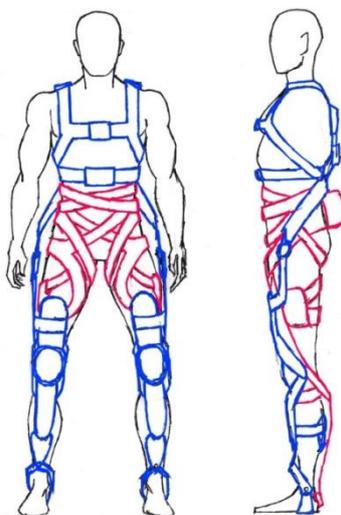


Рисунок. Концептуальное изображение разрабатываемой системы (мягкий активный экзоскелет выделен красным цветом, пассивный экзоскелет выделен синим цветом)

В качестве прототипа активной части конструкции был выбран экзоскелет, разработанный совместно с агентством передовых оборонных исследовательских проектов (DARPA) учеными из Института Висса при Гарвардском университете. Данный экзоскелет состоит из модуля-рюкзака с парой моторов за спиной, а также специальных анатомических штанов. Работа изобретения основана на принципах биомеханики: движение ног человека подобно движению маятника. Когда человек начинает перемещаться, экзоскелет поддерживает и усиливает его в нужный момент [5].

В соответствии с приведенной выше классификацией разрабатываемая система может представлять собой мобильный экзоскелет нижних конечностей средней весовой категории, состоящий из мягкого активного экзоскелета и пассивного экзоскелета. Стоимость данной конструкции на данном этапе предположить затруднительно, возможные области применения: военная и медицинская.

Также были определены дальнейшие этапы разработки: проведение кинематического и динамического анализа проектируемой системы, выбор материалов для ее изготовления, энергетический расчет системы, выбор приводов и электроники, расчеты конструкции на прочность и жесткость, моделирование движений экзоскелета.

Литература

1. Яцун С.Ф., Савин С.И., Емельянова О.В., Яцун А.С., Турлапов Р.Н. Экзоскелеты: Анализ конструкций, принципы создания, основы моделирования. Монография: в 2 ч. – Ч. 1. – Курск: Изд-во Юго-Зап. гос. ун-та, 2015. – 179 с.

2. Верейкин А.А., Ковальчук А.К., Кулаков Д.Б., Семенов С.Е. Анализ и выбор кинематической структуры исполнительного механизма экзоскелета // Наука и образование: научное издание. – 2014. – № 7. – С. 72–93.
3. Что собой представляет экзоскелет – костюм «железного-человека будущего» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.furfur.me/furfur/culture/culture/175815-ekzo>, своб.
4. Воробьев А.А., Андрущенко Ф.А., Засыпкина О.А., Соловьева И.О., Кривоножина П.С., Поздняков А.М. Терминология и классификация экзоскелетов // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. – 2015. – Вып. № 3(55). – С. 71–78.
5. Ученые из Гарварда создали мягкий экзоскелет, который поможет ходить парализованным людям [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://goo.gl/vu0ioB>, своб.

**Коротаева Надежда Алексеевна**

Год рождения: 1995

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра графических технологий, группа № Р3473Направление подготовки: 44.03.04 – Профессиональное обучение

e-mail: 666nadia1995@gmail.com

**Сысоева Екатерина Кирилловна**

Год рождения: 1965

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра графических технологий, тьютор

e-mail: artenika@inbox.ru

УДК 004.946

**ПРОЦЕСС СОЗДАНИЯ ЗАЛА ВИРТУАЛЬНОГО МУЗЕЯ «КОСМИЧЕСКОГО»
ДИЗАЙНА В СССР****Коротаева Н.А., Сысоева Е.К.****Научный руководитель – тьютор Сысоева Е.К.**

В работе описан процесс создания зала виртуального музея «космического» дизайна в СССР, предварительные исследования, также выработка концепции. Этот музей задуман как наглядный материал по истории дизайна для студентов кафедры графических технологий, а также для всех, кто интересуется данной областью.

Ключевые слова: виртуальный музей, исследование, «космический» дизайн, моделирование, экспонаты.

Для привлечения внимания и устойчивого интереса современных студентов, важно, чтобы наглядный материал был представлен в интерактивной форме, с применением новейших технологий. В этой связи был выбран формат виртуального музея в качестве дополнительного наглядного материала по истории дизайна. Выбор темы «космического» дизайна связан с интересом к отечественному дизайну в одном из самых оригинальных периодов его развития в 50–70-е годы XX века. Эра первоначального покорения космоса и мода на все космического в СССР совпадает со становлением промышленного дизайна как отдельного рода деятельности [1].

С помощью 3D-представления экспонатов в виртуальной среде, можно не только навсегда запечатлеть неизбежно разрушающееся культурное наследие, но и открыть к нему доступ всему миру [2].

Авторы исследовали разные виртуальные экспозиции, которые сейчас доступны в Интернете. Еще в 1991 году начали появляться первые веб-музеи, которые являлись сайтами реальных музеев. Уже позже стали появляться веб-музеи, не существующие в реальности с расширенными возможностями поиска по экспонатам. Примером такого веб-музея является «Онлайн-Лувр», созданный французским студентом Пиошем, в 1996 году.

В 1990-е годы был создан проект, который назывался «Виртуальный музей русского примитива» (<http://www.museum.ru/primitiv/expos.asp>) (рис. 1, а). Помимо картинок экспонатов и статей, данный сайт содержит навигацию, представленную в виде карты музея (заметьте, такого музея в реальности не существует).

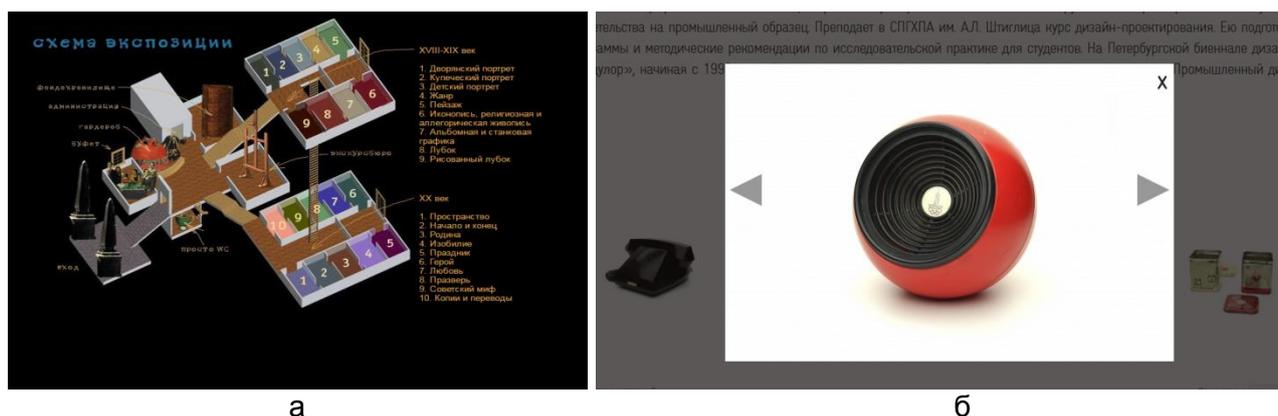


Рис. 1. Виртуальный музей русского примитива (а); мобильный музей дизайна (б)

С развитием 3D-технологий на сайтах музеев стали появляться 3D-изображения экспонатов, которые можно крутить, иногда даже масштабировать, как на сайте мобильного музея дизайна (<http://www.mobiledesignmuseum.ru/soviet/>) (рис. 1, б).

Теперь все чаще под термином «виртуальный музей» понимают виртуальное 3D-пространство, синтезированное на компьютере [3]. Отличным примером такого музея служит «Виртуальный музей Валентино Гаравани» (<http://www.valentinogaravanimuseum.com/enter-the-museum>). Музей состоит из множества комнат-локаций со своим определенным оформлением. Передвижение по музею напоминает компьютерные игры от первого лица.

Особый интерес представляют виртуальные музеи, пространство которых смоделировано, а экспонаты – это утраченные объекты культуры.

Следующей задачей был поиск образного решения пространства и выбор экспонатов. В виртуальных музеях важную роль играет само пространство, создающее атмосферу. Было решено стилизовать выставочный зал под кабину космического корабля. Прототип – декорация интерьера звездолета из советского фильма «Отроки во Вселенной». Экспонаты ярко отражают космическую эпоху и являются образцами качественного дизайна, в том числе детские игрушки на космическую тему [4] (рис. 2).



Рис. 2. Пылесос «Сатурн» (1962 г.) (а); педальный автомобиль «Ракета» (1950-е гг.) (б)

Следующим этапом являлся выбор технических средств реализации проекта. В качестве 3D-редактора был выбран Autodesk 3ds Max. С помощью данного программного обеспечения были смоделированы экспонаты и само пространство виртуального музея (рис. 3).

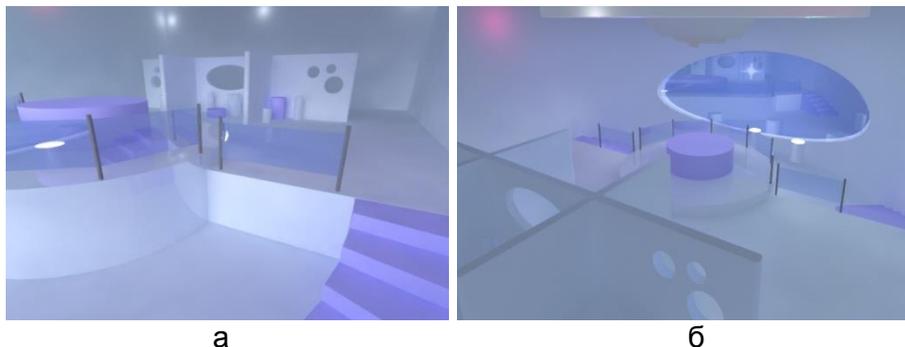


Рис. 3. 3D-пространство виртуального зала музея (а) «космического» дизайна и экспонаты (б)

Перемещение по музею осуществляется с помощью игрового движка Unreal Engine 4. Также с помощью Unreal Engine 4 осуществлен вывод информации об экспонате в виде всплывающих табличек (рис. 4).

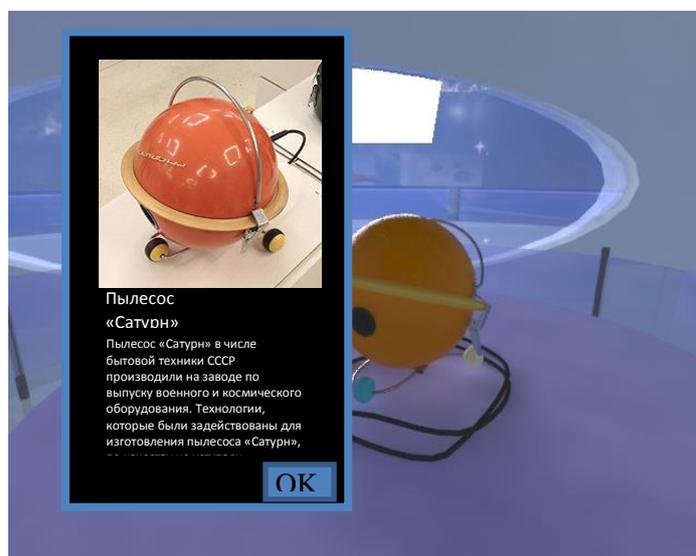


Рис. 4. Схема информационной таблички

Такая виртуальная среда может воздействовать не только визуально, но и на слуховой аппарат. Планируется сделать аудиосопровождение советскими песнями о космосе или рассказом об экспонатах.

Предполагается, что зал виртуального музея может существовать как страничка в интернете, либо как отдельный файл, который можно скачать на компьютер. Также будет возможность просмотра через очки виртуальной реальности. На сегодня процесс не окончен полностью, но в ближайшие месяцы будет завершен. Итак, процесс состоит из следующих этапов:

1. создание концепции;
2. исследовательская часть (аналитический разбор аналогов, поиск материалов);
3. выбор технологических средств реализации проекта;
4. проектирование и реализация зала виртуального музея (создание 3D-пространства виртуального зала);
5. размещение экспонатов и аннотаций к ним.

Литература

1. Михайлов С.М. История дизайна. – М.: Союз дизайнеров России, 2002. – Т. 1. – 277 с.
2. Лебедев А.В. Виртуальные музеи и виртуализация музея // Мир музея. – 2010. – № 10. – С. 5–9.

- Земляков Д.В., Коротков А.М., Никитин А.В., Штыров А.В. Виртуальные музеи: используемые технологии и анализ передового опыта разработки // Грани познания. – 2013. – № 2(22). – С. 9–12.
- Idov M. Made in Russia: Unsung Icons of Soviet Design. – Изд-во: Rizzoli, 2013. – 228 p.



Коротких Алексей Евгеньевич

Год рождения: 1995

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра графических технологий, группа № P4170

Направление подготовки: 09.04.02 – Информационные системы
и технологии

e-mail: littlefrid@gmail.com



Бурлов Дмитрий Игоревич

Год рождения: 1988

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра графических технологий, аспирант

Направление подготовки: 09.06.01 – Информатика и вычислительная
техника

и технологии e-mail: burloff@mail.ru



Меженин Александр Владимирович

Год рождения: 1959

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра графических технологий, к.т.н., доцент

e-mail: mejenin@mail.ru

УДК 004.925

ТЕХНОЛОГИИ ПРЕВИЗУАЛИЗАЦИИ КИНОСЦЕН НА СЪЕМОЧНОЙ ПЛОЩАДКЕ

Коротких А.Е., Бурлов Д.И., Меженин А.В.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Меженин А.В.

В работе рассмотрено понятие превизуализации на съемочной площадке. На основе обзора существующих решений описываются некоторые ключевые параметры систем превизуализации на съемочной площадке, основные функциональные блоки и существующие тенденции.

Ключевые слова: превизуализация, превизуализация на съемочной площадке, системы превизуализации.

В настоящее время понятие превизуализации включает в себя целый комплекс средств и приемов, цель которых получить предварительные изображения сцен, используя при этом минимум средств. В кино и анимации превизуализация позволяет решать задачи как экономического характера, такие как планирование и сокращение ошибок производства, так и творческого (непонимания между режиссером и командой, возможность отследить ошибки творческого характера на ранних этапах).

Как правило, выделяют три вида превизуализации:

1. Previsualization (Pitch-vis) – превизуализация на этапе препроизводства;

2. On-setprevisualization – превизуализация на съемочной площадке;

3. Post-vis – превизуализация на этапе постпроизводства.

Иногда эту классификацию делят на более частные случаи и вводят понятия режиссерской превизуализации, дизайн-превизуализации и др. [1–3].

В данной работе рассмотрены аспекты превизуализации киносцен на съемочной площадке (on-setprevisualization), которая предполагает возможность в режиме реального времени наблюдать только что снятые кадры с некоторыми наложенными черновыми визуальными эффектами и, в зависимости от полученного результата, тут же скорректировать действия съемочной группы.

Известным решением для превизуализации может служить технология simulcam, которая использовалась, например, Джэймсом Кэмероном на съемках «Аватара» и Шоном Леви при работе над фильмом «Живая сталь». Однако во многих системах, применяемых крупными студиями, существуют недостатки, связанные, к примеру, с использованием дорогого программного обеспечения (The Foundry Nuke, Houdini), или с необходимостью иметь специально оборудованные помещения, например, для отслеживания движений камеры посредством датчиков [4]. Таким образом, несмотря на высокий уровень систем, используемых крупными студиями, можно выделить несколько минусов общего характера, связанных с такими решениями:

- высокая стоимость;
- необходимость иметь в распоряжении множество дорогостоящего оборудования и специалистов, обученных работать с ним;
- сложный инструментарий (невозможность прямого взаимодействия режиссера с системой).

В тех случаях, когда бюджет не позволяет использовать дорогие системы, необходимо искать компромисс, избавляющий от перечисленных проблем и сохраняющий плюсы применения систем превизуализации. Эта задача является актуальной для рассматриваемого направления, и в рамках этой задачи велись дальнейшие рассуждения. В качестве примеров по ее решению были взяты системы PREVIZ (Франция), RTFX (Канада), а также система шведской студии Stiller Studios.

Съемочный процесс, учитывающий использование системы превизуализации, во многом зависит от самой системы и конкретных задач, поставленных режиссером. На основе материалов, представленных студиями или группами людей, профессионально занимающихся такой деятельностью, можно заключить, что для включения этих решений в съемочный процесс они, при необходимости, либо дорабатываются, либо задачи корректируются с учетом имеющихся ограничений [5–9]. В данном вопросе ключевыми параметрами системы являются ее масштабируемость и ограниченность. Проявляются они могут в программной реализации, используемом оборудовании, профессионализме команды и многом другом. Кроме этого, само построение работы с системой заставляет учитывать такие характеристики, как количество людей, необходимых для работы с ней, и время, необходимое для внесения требуемых корректировок. На основе этого можно говорить о том, что количество технических, временных и человеческих ресурсов, требуемых для выполнения поставленной задачи в системе, также является ключевым параметром.

Архитектура систем превизуализации, несмотря на уникальность каждой, в общем случае представляет собой следующее (рис. 1):

- движок, обеспечивающий совмещение снятого материала с визуальными эффектами и визуализацию полученного результата в реальном времени;
- интерфейсы, обеспечивающие взаимодействие пользователя с движком системы;
- камера, в реальном времени передающая видео и другие необходимые данные в движок;
- устройства вывода (дисплеи, видеоискатели).

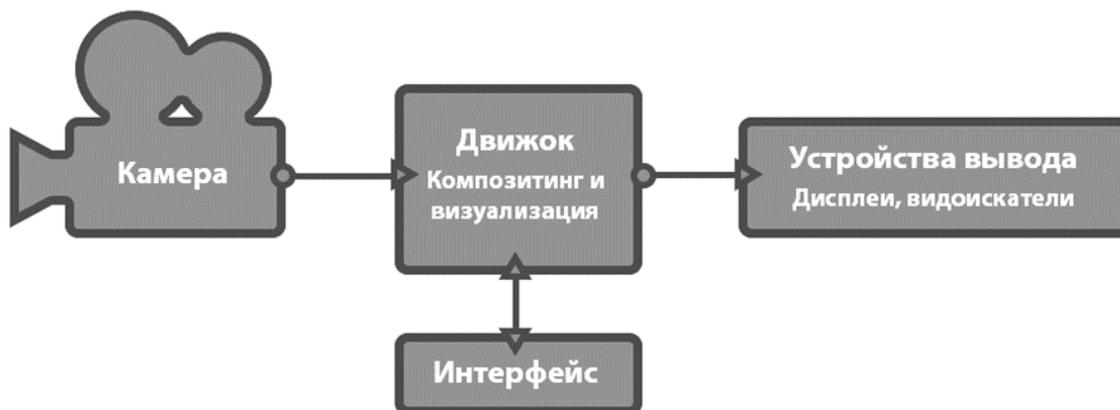


Рисунок. Общая схема системы превизуализации на съемочной площадке

На основе рассмотренных решений можно выделить некоторые функциональные блоки, реализуемые системами превизуализации на съемочной площадке:

- съемка и получение сопровождающей информации;
- управление и (или) трекинг камеры;
- кеинг;
- создание и редактирование виртуальной среды;
- совмещение изображений;
- хранение материалов.

Важным является тот факт, что движками в рассмотренных системах выступают игровые движки Unreal Engine и Unity [5–8]. Все они на данный момент являются бесплатными для некоммерческого использования и поддерживаются как разработчиками, так и сообществом. Такую тенденцию можно объяснить тем, что:

- во-первых, игровые движки уже содержат в себе оптимизированные инструменты визуализации виртуальных сцен в реальном времени, а также другие возможности по работе с виртуальными объектами, светом, физикой;
- во-вторых, использование движков позволяет наиболее быстро совершенствовать систему при появлении новых разработок, так как сами разработчики игровых движков обеспечивают поддержку новых технологий;
- кроме того, существует множество бесплатных игровых движков;
- также существует большое количество материалов по наиболее популярным игровым движкам.

Другой наблюдаемой тенденцией является применение программных решений в качестве альтернативы аппаратным решениям, или же наоборот [5, 7, 8]. Например, если существует задача маскирования снятого материала в зависимости от расположения виртуального объекта, то решить это можно либо полностью программными средствами, обозначив относительное расположение снятого материала внутри движка, либо аппаратными, передавая информацию о глубине, полученную специальными устройствами.

В дальнейшем полученные в работе выводы будут использоваться для проектирования собственной системы превизуализации на съемочной площадке.

Литература

1. On set previsualization. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.previz.eu/previzeng/>, своб.
2. On set previsualization. Technologies [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.previz.eu/previzeng/?page_id=5, своб.
3. Виды превизуализации в кино [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://old.moscowfilmschool.ru/news/i/155/>, своб.

4. Demonstration of the simulcam invented for filming James Cameron's Avatar [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.youtube.com/watch?v=lyHa_0yJB1w, своб.
5. Northam L., Istead J. and Kaplan C.S. RTFX: On-set Previs with Unreal Engine3 // Entertainment Computing. – ICEC. – 2011. – P. 432–435.
6. Live Action Motion Picture + UE4 Realtime Game Engine [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://jongress.com/jon-gress-vfx-blog/>, своб.
7. On-set previsualization for VFX film production [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/268505322_On-set_previsualization_for_VFX_film_production, своб.
8. De Goussencourt T., Dellac J., Bertolino P. A Game Engine as a Generic Platform for Real-Time Previz-on-Set in Cinema Visual Effects // Advanced Concepts for Intelligent Vision Systems. – 2015. – P. 883–894.
9. Virtual Pre-Visualization by Pendulum Studios [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=2xeVFoWyGIE>, своб.



Круглов Олег Игоревич

Год рождения: 1988

Факультет низкотемпературной энергетики,
кафедра кондиционирования воздуха, группа № W4112

Направление подготовки: 16.04.03 – Холодильная, криогенная техника
и системы жизнеобеспечения

e-mail: kryg8823@yandex.ru



Рахманов Юрий Алексеевич

Год рождения: 1941

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
к.т.н., доцент

e-mail: rahmanovua2010@gmail.com

УДК 697.132.3

**ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫЕ СТЕКЛА, ИХ РОЛЬ В ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИИ
СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА**

Круглов О.И., Рахманов Ю.А.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Рахманов Ю.А.

В работе рассмотрены самые распространенные типы высокотехнологичного стекла (smart glass) и их основные технологии. Приведены примеры устройств некоторых типов стекла. Рассмотрено возможное энергосбережение для систем кондиционирования и отопления за счет их совместного использования с высокотехнологичными стеклами. Указаны недостатки данного способа энергосбережения.

Ключевые слова: высокотехнологичные стекла, солнечная радиация, кондиционирование воздуха, отопление, комфорт.

В жизни человек всегда пытается достичь максимального комфорта во всех областях, так уж мы устроены. Область остекления не осталась в стороне, благодаря современным разработкам и

технологиям, этот строительный материал приобретает энергосберегающие, улучшенные теплотехнические и иные инновационные свойства.

Различные виды стекольных композитов основаны на фотохимических явлениях, связанных с изменением пропускающих свойств при изменении внешних условий: яркость светового потока, изменение температуры или электрического напряжения [1].

Основные технологии высокотехнологичного стекла (smart glass):

1. полимерный жидкокристаллический слой (LCD, Liquid crystal devices) (рис. 1, а);
2. на взвешенных частицах (SPD, Suspended particle devices);
3. электрохромный или электрохимический слой (ECD) (рис. 1, б);
4. низкоэмиссионный слой (рис. 2).

В полимерных жидкокристаллических устройствах (Polymer dispersed liquid crystal devices, PDLCs или LCD) жидкие кристаллы разлагаются на составляющие или диспергируются в жидкий полимер, затем затвердевают или фиксируют полимер. Условия фиксации влияют на размер капель, что, в свою очередь, приводит к изменению свойств стекла.

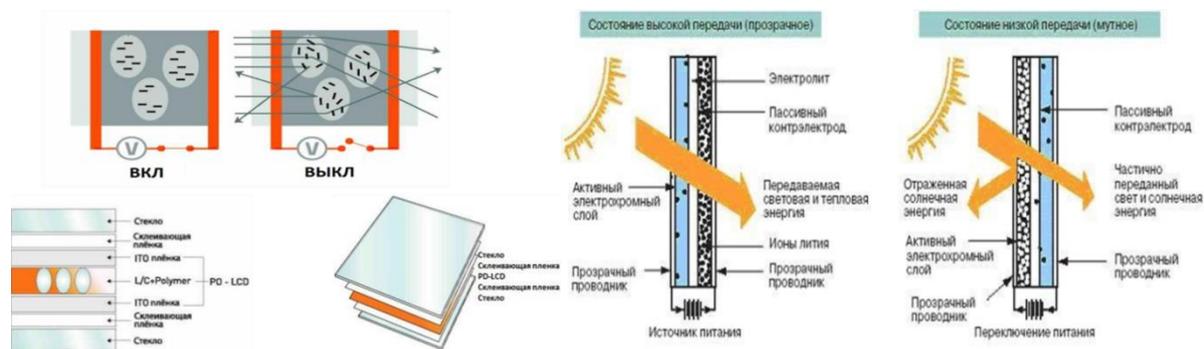


Рис. 1. Устройство полимерного жидкокристаллического стекла [2] (а) и электрохромного стекла (б)

Электрохромные, или электрохромические устройства изменяют прозрачность материала при подаче напряжения и тем самым контролируют количество пропускаемого света и тепла.

В устройствах SPD тонкая пленка слоистых материалов стержнеобразных частиц, взвешенных в жидкости, помещается между двумя слоями стекол или пластика.

Если напряжение не приложено, взвешенные частицы ориентированы случайно и поглощают свет так, что стекло выглядит темным (непрозрачным), синим или реже серым или черным. Если напряжение приложено, взвешенные частицы выравниваются и позволяют свету проходить. Стекло на основе взвешенных частиц может мгновенно переключаться и позволяет осуществлять точный контроль количества проходящего света и тепла.

Низкоэмиссионные стекла представляют собой полированное стекло, на которое нанесено специальное покрытие из оксидов металлов, обеспечивающее снижение доли энергии, излучаемой стеклом в направлении этого покрытия. Пространство между стеклами заполняют инертным газом, что позволяет снизить теплопотери [3].

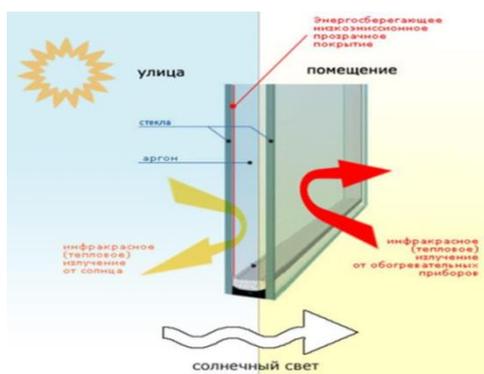


Рис. 2. Устройство низкоэмиссионного стекла

Теплота солнечного излучения может значительно увеличивать тепlopоступление в здание. Так, к примеру средняя дневная сумма солнечной радиации в июне в городе Санкт-Петербург может достигать 5,78 кВт·ч/м².

Поступление теплоты через прозрачное ограждение (остекление) можно вычислить по следующей формуле:

$$Q_{\text{ср}} = k_{\text{с/з}} \cdot q_{\text{ср}} \cdot F, \text{ [Вт]}, \quad (1)$$

где $k_{\text{с/з}}$ – коэффициент солнцезащиты, учитывающий уменьшение тепlopоступлений за счет солнцезащитных мероприятий (шторы или жалюзи, принимаем по справочным данным: ($k_{\text{с/з}}=0,5$ и $k_{\text{с/з}}=1$ если солнцезащитные мероприятия не используются); $q_{\text{ср}}$ – расчетное значение интенсивности солнечной радиации, [Вт/м²] (возьмем условно $q_{\text{ср}}=600$ Вт/м² для простоты расчета); F – площадь поверхности остекления, м² (если стандартная площадь оконного проема около 3 м²).

Тогда поступление теплоты через прозрачное ограждение по формуле (1) составит:

$$Q_{\text{ср}} = 0,5 \cdot 666 \cdot 3 = 1000 \text{ Вт}, \quad Q_{\text{ср}} = 1 \cdot 666 \cdot 3 = 1998 \text{ Вт}.$$

Мы наблюдаем значительную разницу при использовании солнцезащитных мероприятий, к которым можно отнести и высокотехнологичные стекла. При использовании комплексной защиты от солнечных лучей, тепlopоступления от излучения можно сократить практически вдвое, а мощность требуемой установки кондиционирования воздуха уменьшится при этом на 10–15%.

Рассмотрим уравнение теплопередачи через поверхность:

$$q = (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) / R_{\text{огр}} = K_{\text{огр}} \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}), \text{ [Вт/ м}^2\text{]}. \quad (2)$$

где $t_{\text{в}}$ и $t_{\text{н}}$ – температуры внутренней и наружной поверхности [°C]; $R_{\text{огр}}$ – величина, обратная коэффициенту теплопередачи [м²°C/Вт]; $K_{\text{огр}}$ – коэффициент теплопередачи [Вт/(м²°C)]. Чем меньше значение $K_{\text{огр}}$, тем меньше теплопередача через конструкцию, т.е. выше ее изоляционные свойства.

Однокамерный стеклопакет по документу СНиП II-3-79* имеет термическое сопротивление равное 0,38 м²°C/Вт. Низкоэмиссионное стекло увеличивает термическое сопротивление до 1,5 м²°C/Вт. Подставив значение термического сопротивления в формулу (2) мы увидим, что его увеличение существенно уменьшает тепlopотери и позволяет уменьшить потребляемую мощность приборов отопления [4].

Примером применения высокотехнологичного остекления может служить 48-этажное здание «Конде Наст», Нью-Йорк, США, бизнес-центр «Москва Сити», Москва, Россия, а также одно из самых высоких зданий в мире небоскреб «Бурдж-Халифа», находящийся в Дубае, высота которого 828 м [3].

Таким образом, использование высокотехнологичных окон позволяет сократить потребляемую мощность, как на установки кондиционирования воздуха, так и на приборы отопления, при этом достичь такого же комфорта. К сожалению, главным недостатком высокотехнологичных окон является их стоимость, в связи с этим повсеместное применение такого стекла затруднено.

Литература

1. Маклакова Т.Г. Архитектура двадцатого века. – М.: Изд-во АСВ, 2001. – 200 с.
2. The World No.1 Switchable Film & Glass Manufacturer // DM DISPLAY. – 2014. – № 1(6). – 16 с.
3. Отческих К.А. «Умное стекло» в современной архитектуре // Молодой ученый. – 2013. – № 4. – С. 86–88.
4. Стефанов Е.В. Вентиляция и кондиционирование воздуха. – СПб.: Изд-во АВОК Северо-Запад, 2005. – 402 с.



Крылова Анастасия Андреевна

Год рождения: 1994

Факультет систем управления и робототехники, кафедра технологии приборостроения, группа № P4275

Направление подготовки: 09.04.01 – Информатика и вычислительная техника

e-mail: ananasn94@gmail.com

УДК 004.514.64

МОДУЛЬНЫЙ ГРАФИЧЕСКИЙ ИНТЕРФЕЙС КАК ЧАСТЬ ХОЛОНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ОБОРУДОВАНИЕМ

Крылова А.А.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Афанасьев М.Я.

В работе рассмотрено применение холонического подхода к реализации компонента графического интерфейса систем управления модульным технологическим оборудованием, что обосновано высокой структурной сложностью как данного компонента, так и системы управления в целом.

Ключевые слова: графический интерфейс, автоматизация производства, система управления, технологическое оборудование, холоническая система, структурно-модульный подход.

С момента появления первых систем с числовым программным управлением (ЧПУ) технологии сделали значительный скачок в развитии, и современные системы управления стали обладать более обширным функционалом и подчиняться более жесточеным требованиям, чтобы обеспечить желаемое качество производства. Современная система с ЧПУ состоит из трех основных компонентов: ядра, которое включает в себя интерполятор, интерпретатор и позиционный контроль, программируемый логический контроллер и человеко-машинный интерфейс [1]. Эти компоненты обычно жестко интегрированы, что обеспечивает ее высокую надежность. Однако современные тенденции в развития технических систем указывают на необходимость обеспечения гибкости, конфигурируемости и удаленности от объекта управления. В связи с этим, создавая модульное технологическое оборудование, приходится отказываться от интеграции в пользу интероперабельности. Холонический подход позволяет справиться как со структурной сложностью такой системы в целом, так и со сложностью компонента графического интерфейса.

Целью работы стало исследование графических интерфейсов систем управления технологическим оборудованием, обоснование применения структурно-модульного подхода для их разработки и реализация системы, основанной на данном подходе.

Холон графического интерфейса. Графические формы, которые видит оператор, управляя оборудованием, являются лишь малой частью, скрывающей за собой сложную цепочку действий двунаправленного преобразования данных и сигналов. Компонент графического интерфейса модульного оборудования имеет высокую структурную сложность, поскольку модульность приводит к образованию динамических связей.

Одним из ключевых свойств холонических систем является наличие динамических иерархических связей [2]. Холон – элемент системы, имеющий возможность создавать промежуточные формы с другими холонами, по сути, оставаясь самостоятельным. На рис. 1 изображена структура холона графического интерфейса (ГИ). Он представлен в виде трехуровневой иерархии. Большинство ее элементов могут свободно входить и выходить из нее в зависимости от текущей конфигурации оборудования.

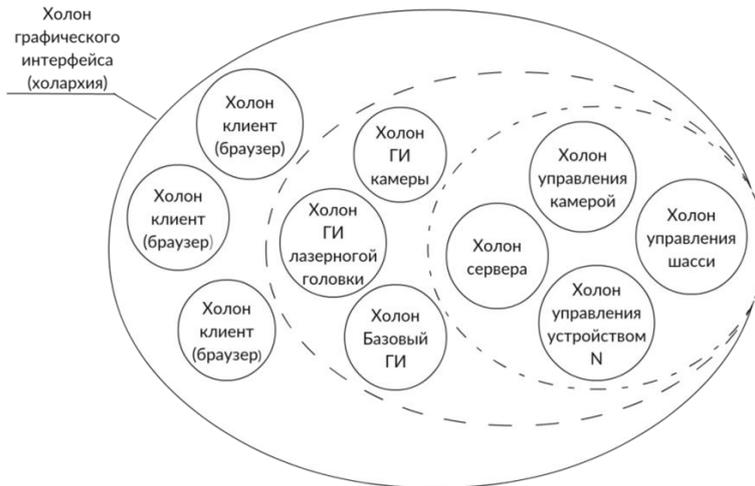


Рис. 1. Холон компонента графического интерфейса

Имитационная модель системы управления. Для того чтобы исследовать систему и подтвердить ее работоспособность, была построена имитационная модель. Холоническая система управления технологическим оборудованием образует децентрализованную сеть, и главной задачей имитационной модели является проведение симуляции задержек в узлах. Наиболее очевидный метод решения данной задачи – дискретно-событийное моделирование, поскольку оно позволяет представить динамику системы как последовательность операций над некоторыми сущностями, также называемыми заявками, которыми в данном случае являются сообщения, передаваемые в сети.

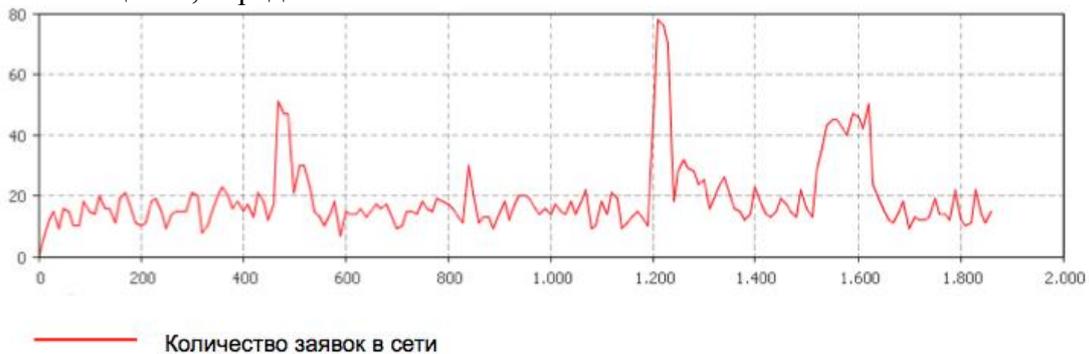


Рис. 2. Зависимость количества заявок в сети от времени

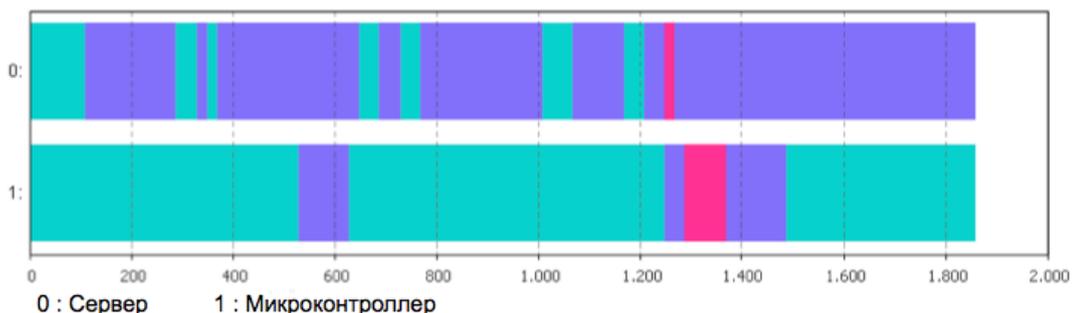


Рис. 3. Диаграмма загрузки узлов холонической системы управления

На данной модели была проведена серия экспериментов с варьированием количества клиентов, подключенных к системе. В результате были получены диаграммы загрузки наиболее критически важных узлов и график зависимости количества заявок в сети. На рис. 2 находятся четко выраженные пики, обозначающие резкое возрастание количества заявок в сети. Данные всплески вызваны появлением трафика с камер, используемых системой для калибровки и пользователями для наблюдения за процессом работы. Сравнив рис. 2 и рис. 3, можно заметить, что данные всплески определенно отражаются на загрузке

узлов системы. Так как наиболее загруженным узлом является сервер, решено выделить отдельный от сервера узел для системы технического зрения.

Литература

1. Suk-Hwan Suh, Seong-Kyoon Kang, Dae-Hyuk Chung, Ian Stroud. Theory and Design of CNC Systems. – Springer, 2008. – 456 p.
2. Gerber C., Siekmann J., Vierke G. Holonic Multi-Agent Systems // Tech. Rep. RR-99-03. – 1999.



Крючкова Екатерина Андреевна

Год рождения: 1995

Факультет систем управления и робототехники, кафедра технологии приборостроения, группа № P4177

Направление подготовки: 12.04.01 – Приборостроение

e-mail: ekaterina.andreevna.kryuchkova@mail.ru

УДК 658.562

ВИДЫ КОНТРОЛЯ И МЕТОДЫ ВЫЯВЛЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ПЕЧАТНЫХ УЗЛОВ

Крючкова Е.А.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Андреев Ю.С.

В работе проведен сравнительный анализ наиболее часто используемых видов неразрушающего контроля и методов выявления дефектов печатных узлов: электрический (внутрисхемный и функциональный), оптический (визуальный и автоматический оптический), рентгеновский. В результате анализа получены обоснованные выводы о необходимости использования комплексной системы контроля.

Ключевые слова: печатный узел, дефект, контроль качества, системы контроля, методы выявления дефектов, комплексная система контроля.

Контроль изделий является неотъемлемой частью технологических процессов, а обеспечение высокого качества выпускаемой продукции является важнейшей задачей любого производства, и не может быть выполнено без использования комплексного и многостороннего подхода к данной проблеме.

Основной задачей контроля является своевременное получение полной и достоверной информации о качестве продукции, состоянии оборудования и технологического процесса с целью предупреждения неполадок и отклонений, которые могут привести к нарушениям требований стандартов и технических условий.

Выбор метода контроля изделий зависит от сложности изделия и технологического процесса на него, от объема и типа производства. Сочетание различных видов контроля позволяет охватить все возможные дефекты, при этом уменьшить уровень бракованных изделий до минимума [1].

Печатные платы предназначены для электрического и механического соединения различных электронных компонентов. Они широко используются практически во всей современной технике как гражданской, так и в вооружении военной и специальной техники.

При этом требования к надежности, безотказности и качеству монтажа печатных узлов постоянно растут, а от качества монтажа печатных узлов во многом зависит работоспособность данных изделий.

Рассмотрим некоторые тенденции развития радиоэлектронной аппаратуры:

- увеличение количества выводов у компонентов, что, в свою очередь, увеличивает вероятность появления дефекта (из-за увеличения количества точек пайки) и усложняет процесс контроля;
- микроминиатюризация (снижение размера устанавливаемых компонентов);
- увеличение плотности монтажа платы (увеличивается количество компонентов, устанавливаемых на плату, уменьшение допусков на установку компонентов, увеличение количества единиц контроля);
- многослойные платы (не все способы контроля могут проанализировать дефекты внутренних слоев).

Все эти тенденции оказывают влияния на выбор метода контроля. Согласно ГОСТ 18353-79 «Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов» классификация видов неразрушающего контроля представлена на рис. 1.



Рис. 1. Виды неразрушающего контроля [2]

В данной работе сделан сравнительный анализ наиболее часто используемых методов контроля печатных узлов: электрического контроля (функционального и внутрисхемного), оптического (визуального и автоматического оптического), радиационного (рентгеновского). Результаты анализа представлены в таблице.

Таблица. Сравнительный анализ методов контроля печатных узлов [3]

Критерий сравнения	Визуальный	Автоматически и оптический	Рентгено- вский	Электри- ческий
Степень автоматизации	Низкая	Высокая	Высокая	Высокая
Скорость контроля	Низкая	Высокая	Высокая	Высокая
Полнота спектра выявляемых дефектов	Нет	Нет	Нет	Нет
Возможность выявления скрытых дефектов	Нет	Нет	Да	Нет
Возможность контроля схемы на замыкание	Только визуально на внешних слоях	Только визуально на внешних слоях	Да (в части скрытых выводов)	да

Как видно из сравнительной таблицы ни один из видов контроля не дает полной гарантии локализации всех видов дефектов. Только комплексный подход к контролю, т.е. сочетание нескольких методов может гарантировать выход всесторонне проверенной продукции. На диаграмме, приведенной на рис. 2, можно наглядно увидеть технологию достижения запланированного уровня качества по средствам увеличения вероятности обнаружения технологических дефектов после последовательного внедрения автоматических систем инспекции и контроля.



Рис. 2. Диаграмма обнаружения технологических дефектов после последовательного внедрения автоматических систем инспекции и контроля [4]

При этом стоит отметить, что диаграмма, представленная на рис. 2, применима только к определенным категориям дефектов. Например, дефекты, изображенные на рис. 3, обнаружить с помощью использования автоматической оптической инспекции невозможно.

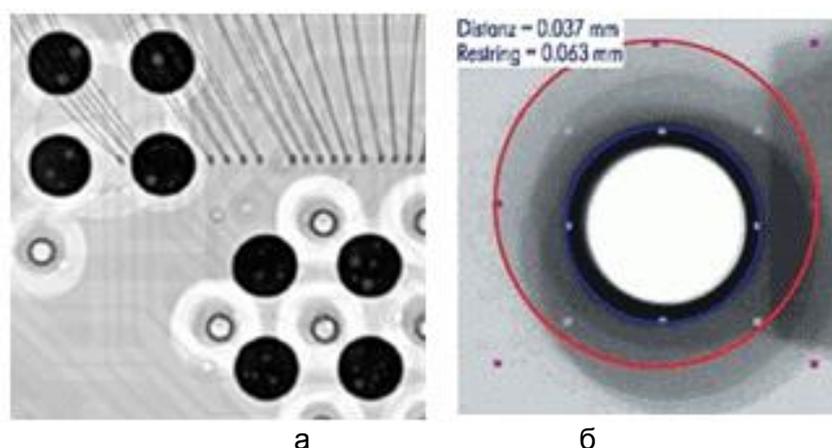


Рис. 3. Дефекты монтажа печатных узлов и печатных плат (фотографии с рентгена): пустоты пайки BGA-компонентов (а); смещение слоев многослойной печатной платы (б) [5]

Рассмотрев и проанализировав наиболее часто используемые виды контроля печатных плат можно сделать следующие выводы:

- ни один из рассмотренных способов отдельно не может дать полную уверенность в отсутствии дефектов в печатном узле;
- для гарантии максимально возможной локализации всех видов дефектов понадобится использование как минимум трех видов контроля: оптического, рентгеновского и электрического, т.е. введения комплексной системы контроля.

Литература

1. Клювин Н. Практические аспекты электрического контроля собранных печатных модулей // Поверхностный монтаж. – 2010. – № 2(82). – С. 3–10.
2. ГОСТ Р 56542-2015. Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов. – Введен 01.06.2016. – М.: Стандартинформ, 2015. – 12 с.
3. RTS. Оборудование. Технологии. Сервис [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rts-engineering.ru/>, своб.
4. Гафт С. Методика достижения запланированного уровня качества и надежности // Поверхностный монтаж. – 2010. – № 2(82). – С. 28–31.

5. Гафт С. Рентгеновский контроль – мощное средство для диагностики и локализации дефектов современных печатных узлов // Компоненты и технологии. – 2004. – № 6. – С. 182–184.



Ксенофонтова Анна Геннадьевна

Год рождения: 1994

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра графических технологий, группа № P4172

Направление подготовки: 09.04.02 – Информационные системы
и технологии

e-mail: anya-ksenofontova@yandex.ru



Смолин Артем Александрович

Год рождения: 1977

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра графических технологий, к.ф.н.

e-mail: artikus@inbox.ru

УДК 004.5

АНАЛИЗ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ГРАФОВ

Ксенофонтова А.Г., Смолин А.А.

Научный руководитель – к.ф.н. Смолин А.А.

В работе рассмотрены существующие системы для анализа и визуализации процессов, представленных в виде графов. Проанализированы их достоинства и недостатки, а также выведены критерии для их сравнения и представлена сравнительная таблица.

Ключевые слова: граф, анализ графа, визуализация графов, проектирование интерфейсов, информационная система.

Визуализация информации – это процесс представления абстрактных деловых или научных данных в виде изображений, которые могут помочь в понимании смысла данных.

Визуализация информации на всех этапах развития человеческого общества имела и имеет огромное значение для упрощения процесса восприятия. Огромное количество информации, особенно имеющей сложную структуру, переводят в графический вид, для того чтобы она стала более понятной для человека. С помощью визуализации человек может понять важные абстрактные процессы, взаимосвязи и многие другие вещи [1, С. 286].

Одним из универсальных способов визуализации информации, которую можно представить в виде объектов и связей между ними являются графы, а также комплексные сети.

Комплексная сеть представляет собой граф с большим количеством компонентов (вершин) и связями между дальними компонентами. Также комплексная сеть обладает динамически эволюционирующей структурой и достаточно большим количеством возможных состояний.

Комплексные сети применяются в таких областях, как информационные технологии, биологические науки, искусственный интеллект и многое другое. При этом по своей природе комплексные сети могут рассматривать как статические, так и динамические объекты, когда

новые элементы и связи в сети создаются, изменяются и исчезают с течением времени вследствие различных протекающих в них процессов. Например, к ним относятся распространение слухов в социальных сетях, компьютерных вирусов, сигналов в нейронных сетях и пр.

Каждая из этих задач ставит свои требования к функционалу программного обеспечения, в котором будет производиться визуализация и анализ графов.

В настоящее время существует огромное количество специализированных программных решений, основной задачей которых является визуализация и анализ процессов, представленных с использованием графовой структуры. А также было предпринято несколько попыток создать универсальное приложение, позволяющее визуализировать сети различных размеров и типов.

Примерами таких решений могут служить: Cytoscape [2], PathVisio [3], **Social Networks Visualizer** [4], Navicell [5], Gephi [6].

Cytoscape – программное решение для визуализации графов, изначально предназначалось для использования только в биологических исследованиях, однако область применения со временем расширилась. Существует как стационарная версия Cytoscape, совместимая с основными операционными системами (Windows, Linux, Mac OS X), так и Cytoscape Web, предназначенная для работы в интернете. Имеется большое количество дополнительных функций и расширений, которые доступны в виде плагинов. Cytoscape представляет возможность визуализировать графы различными способами. Пользователи могут, как использовать готовые схемы визуализации, так и настраивать свои собственные.

PathVisio представляет собой бесплатное программное обеспечение для визуализации и анализа графов с открытым исходным кодом. Предназначено для визуализации, редактирования и анализа биологических процессов. Имеет функционал для полноценного редактирования графов.

Базовый функционал можно расширить путем установки дополнительных плагинов: для построения и анализа путей, импорта и экспорта, визуализации и интеграции данных, также доступна возможность написания собственных плагинов.

Social Networks Visualizer – кроссплатформенное программное обеспечение с открытым исходным кодом, предназначенное для визуализации и анализа социальных графов. Social Networks Visualizer позволяет быстро нарисовать социальные графы на виртуальном холсте. Также имеется возможность создать граф на основе анализа подключенной веб-страницы. Также возможно анализировать свойства сети и графы, а также представлять результаты анализа в виде HTML-отчетов.

Navicell – веб-инструмент, предназначенный для работы с биологическими процессами. Отсутствуют функции для редактирования и анализа построенных графов.

Обладает минимальным интерфейсом, позволяющим загрузить новый файл с данными, просмотреть информацию обо всех узлах и экспортировать информацию.

Gephi – программное обеспечение с открытым исходным кодом, предназначенное для визуализации и анализа графов. Имеет совместимость с распространенными операционными системами: Windows, Mac OS X и Linux. Gephi является инструментом для аналитики и изучения графов. Пользователю доступны возможности для изменения структуры, формы, цвета графов.

Для того чтобы провести сравнительный анализ существующих систем, необходимо выделить ряд критериев, которые будут отражать ключевые особенности, необходимые для решения поставленной задачи:

- поддержка динамических процессов;
- наличие веб-интерфейса;
- наличие стационарной версии;
- поддержка операционных систем;
- наличие функций для анализа.

Результаты сравнительного анализа представлены в таблице.

Таблица. Сравнительный анализ систем для визуализации и анализа графов

	Cytoscape	PathVisio	Social Network Visualizer	NaviCell	Gephi
Поддержка динамических процессов	нет	нет	нет	нет	да
Наличие веб-интерфейса	да	нет	нет	да	нет
Наличие стационарной версии	да	да	да	нет	да
Поддержка операционных систем	Windows, Mac OS, Linux	любая, с поддержкой Java	Windows, Mac OS, Linux	–	Windows, Mac OS, Linux
Наличие функций для анализа	да	да	нет	нет	да

Несмотря на то, что в том или ином виде эти приложения могут быть использованы для визуализации сетей, ни одно из них не предназначено для интерактивной визуализации динамических процессов в режиме реального времени. Это связано с тем, что для когнитивной визуализации сетей нельзя использовать примитивные расширения известных статических решений – для этого необходимы динамические подходы, позволяющие учитывать особенности структуры самой сети и специфику протекающих в ней процессов.

Также большинство из существующих вариантов программного обеспечения для визуализации и анализа графов имеют достаточно высокий порог вхождения, а именно избыточный функционал и нагруженный интерфейс. Это существенно увеличивает время обучения пользователей, а также процент отказа, так как большинство пользователей предпочитает программы, интерфейс которых не требует серьезных временных затрат на обучение.

Таким образом, вопрос создания программных сред для интерактивной визуализации динамических процессов является актуальной задачей, требующей дальнейшей работы.

Литература

1. Кипелова А.Е., Флеров А.В., Шалобаев Е.В. Сравнительный анализ способов визуализации информации // Альманах научных работ молодых ученых Университета ИТМО. – 2016. – Т. 2. – С. 286–288.
2. **Cytoscape** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cytoscape.org/>, своб.
3. PathVisio [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pathvisio.org/>, своб.
4. Social Network Visualizer [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://socnetv.org/>, своб.
5. NaviCell [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://navicell.curie.fr/>, своб.
6. Gephi [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gephi.org/>, своб.



Кузнецова Надежда Вадимовна

Год рождения: 1995

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра компьютерных образовательных технологий, группа № Р3420

Направление подготовки: 09.03.02 – Информационные системы
и технологии

e-mail: kuznetsovanadja@cde.ifmo.ru



Ефимчик Евгений Александрович

Год рождения: 1987

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра компьютерных образовательных технологий, к.т.н., ассистент
e-mail: efimchick@cde.ifmo.ru

УДК 004.514

ВИРТУАЛЬНЫЕ ЛАБОРАТОРИИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННЫХ КУРСОВ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ ОПТИКЕ И АНАЛИТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКЕ

Кузнецова Н.В., Ефимчик Е.А.

Научный руководитель – к.т.н., ассистент Ефимчик Е.А.

Работа выполнена в рамках подготовки открытых онлайн-курсов Университета ИТМО для Национальной платформы открытого образования.

Работа посвящена рассмотрению особенностей виртуальных лабораторий для онлайн-курсов по физической оптике и аналитической механике. Особое внимание уделяется результатам разработки виртуальных лабораторий. Описываются стенды, предоставляющие графический интерфейс с моделью экспериментальной установки, а также сервера, отвечающие за процессы генерации варианта задания, проведения физического эксперимента и проверки правильности решения.

Ключевые слова: виртуальная лаборатория, массовые открытые онлайн-курсы, Национальная платформа открытого образования, физический эксперимент, графический интерфейс.

В современном образовании все большую роль играют массовые открытые онлайн-курсы. Количество курсов и количество их слушателей в мире продолжает стремительно расти [1]. Силами ведущих вузов России была подготовлена Национальная платформа открытого образования для курсов на русском языке. Во многих курсах, подготовленных Университетом ИТМО, используются виртуальные лаборатории (ВЛ) в качестве основы для интерактивных практических упражнений [2]. В данной работе рассмотрены особенности ВЛ «Опыт Юнга» и «Дифракция», подготовленных для курса «Физическая оптика», а также «Затухающие колебания» и «Робот М20П», разработанных для курса «Модели и методы аналитической механики».

ВЛ представляют собой электронные среды, позволяющие создавать и исследовать модели реальных явлений [3]. Они состоят из графического интерфейса, предоставляющего доступ к экспериментальной установке, а также сервера, в чьи функции входит генерация варианта различных заданий, проведение эксперимента и проверка правильности решения.

В основе виртуальной лаборатории «Опыт Юнга» лежит известный эксперимент на двух щелях, доказывающий волновую теорию света. На рис. 1, а представлен стенд виртуальной лаборатории. В верхней части изображена схема экспериментальной установки. Интерференционная картина располагается справа под схемой установки. Интенсивность в ее координатах рассчитывается по заданным параметрам конфигурации установки на основании математической модели, находящейся на сервере виртуальной лаборатории. В виртуальной лаборатории можно создавать различные задачи. Во время прохождения упражнения «Опыт Юнга. Исследование» требуется добиться совпадения интерференционных картин при различных конфигурациях экспериментальных установок. В случае выполнения упражнения «Опыт Юнга.

Пространственная когерентность» необходимо достичь инверсии интерференционных картин.

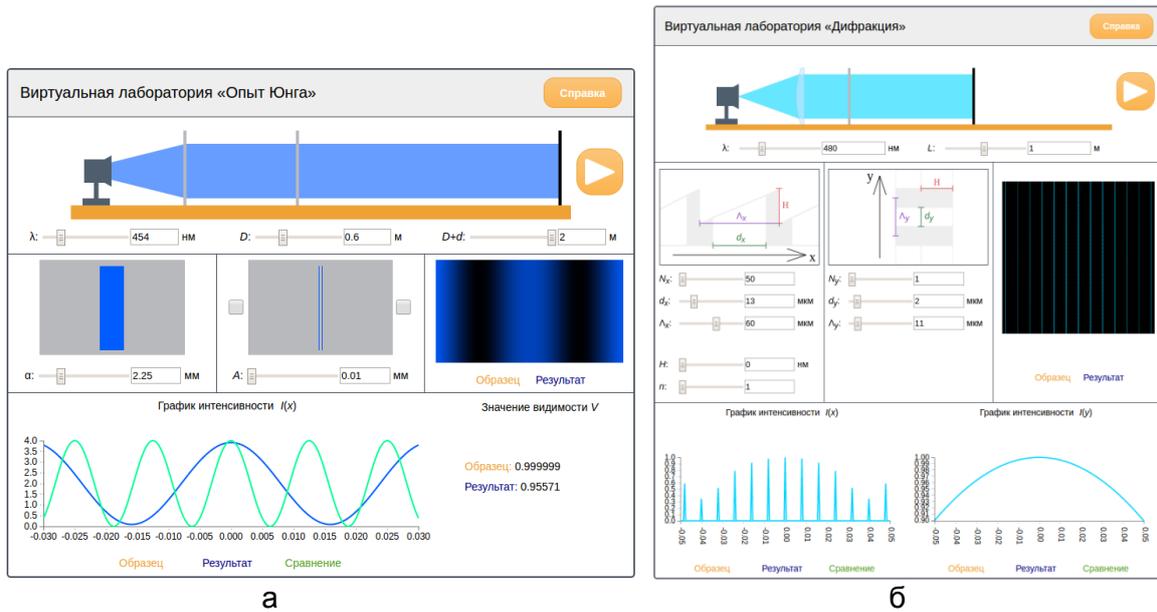


Рис. 1. Виртуальные лаборатории: «Опыт Юнга» (а) и «Дифракция» (б)

Виртуальная лаборатория «Дифракция», чей стенд представлен на рис. 1, б, основывается на опыте с дифракционной решеткой. В эксперименте свет из первичного источника проходит через выпукло-плоскую линзу и дифракционную решетку, затем попадает на экран, где наблюдается дифракционная картина. При прохождении лаборатории требуется изменить конфигурацию установки так, чтобы положение наблюдаемых нечетных максимумов не изменилось, а все четные исчезли.

Виртуальная лаборатория «Затухающие колебания» построена на работе с моделью физического маятника. Задача заключается в определении радиуса инерции маятника и коэффициента вязкого трения подшипника. Стенд рассматриваемой виртуальной лаборатории представлен на рис. 2, а. Эксперимент, обеспечивающийся математической моделью, основанной на численном методе Рунге–Кутты 4 порядка, проводится на сервере, после чего возвращаются данные, которые изображаются в виде графиков и таблицы точных значений. Для расчета радиуса инерции маятника и коэффициента вязкого трения подшипника необходимо заполнить таблицу экспериментов.

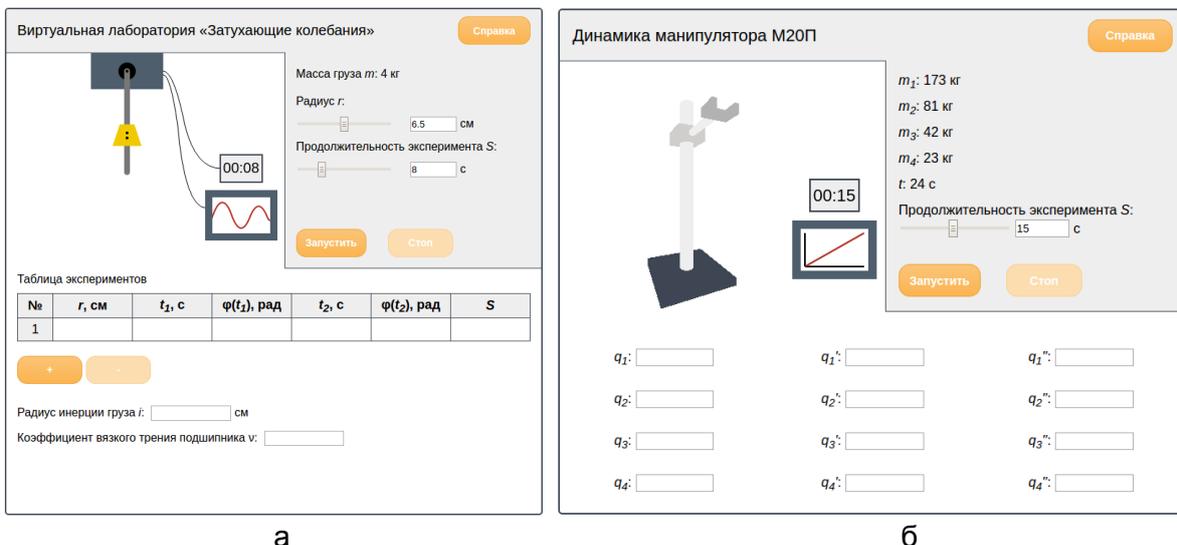


Рис. 2. Виртуальные лаборатории: «Затухающие колебания» (а) и «Робот M20P» (б)

Виртуальная лаборатория «Робот M20П», чей стенд представлен на рис. 2, б, основана на модели промышленного робота. Задачей является определение обобщенных координат, скоростей и ускорений в заданный момент времени, их значения необходимо ввести в поля в нижней части стенда. Вариант задания состоит из значений времени и масс звеньев манипулятора. Алгоритм генерирования значений масс звеньев основан на выборе случайным образом величины из интервала, зависящего от масс других звеньев.

В процессе выполнения работы были спроектированы и разработаны ВЛ, впоследствии внедренные в соответствующие курсы на Национальной платформе открытого образования. По результатам исследования были определены схожие черты и различия ВЛ. Они близки тем, что в основу заложен физический эксперимент, выполнение которого обеспечивается определенной математической моделью. Кроме того, их графические интерфейсы выполнены в едином стиле, что позволяет использовать привычные элементы управления и сосредотачивать внимание на задании. Отличие заключается в том, что ВЛ по физической оптике являются универсальными: они подходят для составления многих упражнений, а ВЛ по аналитической механике специализированы: каждая из них посвящена выполнению конкретной лабораторной работы. При проверке правильности решения рассматриваются искомые величины, в то же время в виртуальной лаборатории «Затухающие колебания» подвергается проверке и таблица экспериментов для гарантированного выполнения опытов.

Литература

1. By The Numbers: MOOCS in 2015 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.class-central.com/report/moocs-2015-stats/>, своб.
2. Ведущие университеты сформировали «Российскую национальную платформу открытого образования» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ifmo.ru/terminal_news/4713/, своб.
3. Ефимчик Е.А., Лямин А.В. Технология RLCP-совместимых виртуальных лабораторий // Труды XIX Всероссийской научно-методической конференции «Телематика'2012». – 2012. – Т. 1. – С. 153–154.



Кузьмин Александр Ростиславович

Год рождения: 1985

Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра безопасные информационные технологии, аспирант

Направление подготовки: 10.06.01 – Информационная безопасность

e-mail: alexander.kouzmin@gmail.com

УДК 004.021

МЕТОД ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЦЕЛОСТНОСТИ ДАННЫХ ОБЛАЧНОГО ХРАНИЛИЩА НА ОСНОВЕ ЦЕПОЧКИ БЛОКОВ ТРАНЗАКЦИЙ (БЛОКЧЕЙН)

Кузьмин А.Р.

Научный руководитель – д.т.н., профессор Зикратов И.А.

В работе рассмотрена проблематика обеспечения целостности данных в облачной системе хранения. Проведен анализ актуальных методов обеспечения целостности данных при использовании для их обработки облачных систем хранения. Предложена методика применения технологии блокчейн для обеспечения целостности данных облачной системы хранения.

Ключевые слова: целостность, блокчейн, защита информации, облачные вычисления, информационная безопасность.

Введение. Многие потребители услуг облачных систем хранения полагают, что шифрование данных поможет уберечь их от потери или искажения. Несмотря на необходимость в существенных вычислительных ресурсах для обеспечения своевременного расшифрования данных для их дальнейшей обработки, в общем случае шифрование не может обеспечить целостность переданных данных, которая, может быть нарушена, в том числе и не преднамеренными действиями, вызванными, например, сбоями в работе оборудования. В настоящее время существуют два основных метода проверки целостности данных переданных в облачное хранилище, с помощью внешнего аудитора и доказуемости владения данными [1].

Внешний аудитор (Third Party Auditor, TPA). При использовании данного метода владелец данных проверяет хэш-сумму файла, которая также выполняет роль имитовставки для формирования кода аутентичности сообщения (Message Authentication Code (MAC) при отправке запроса TPA, у которого имеется хэш-сумма, полученная непосредственно в облачной системе хранения данных, к которой у него есть доступ на основании трехстороннего договора с владельцем и облачным провайдером (cloud service provider (CSP)). Если MAC владельца и TPA совпадают, то целостность файла считается подтвержденной. Недостатками данного метода являются потребность в стороннем канале связи, а также подверженность атакам типа «человек посередине». Кроме того, появление третьей стороны при обработке данных повышает риск реализации целого спектра угроз со стороны злоумышленников [2].

Доказуемость владения данными (Provable Data Possession, PDP). Метод проверки факта хранения данных на удаленном сервере без их извлечения. Данный метод базируется на вероятностном доказательстве факта хранения путем выбора случайных блоков данных с облачной системы хранения. Перед выкладыванием данных в облачное хранилище владелец формирует их метаданные – некоторое число коротких кодов подтверждения обладания, каждый код покрывает несколько блоков данных. После этого сами данные передаются в хранилище. Впоследствии, когда владелец хочет получить доказательство владения данными, он посылает хранилищу набор случайных кодов блоков. В свою очередь, хранилище производит проверку целостности блоков, соответствующих кодам, и высылать ее результаты владельцу. Доказательством успешной проверки должно быть ее полное соответствие кодам, предварительно вычисленным владельцем. В данном методе владельцу предоставлен выбор: хранить предварительно вычисленные коды локально или же отправить их в зашифрованной форме в хранилище [3]. Существенным недостатком перечисленных выше методов является необходимость наличия хранилища метаданных на стороне клиента, вне облачного хранилища, что добавляет объект для атаки злоумышленником. Кроме того, метод существенно затрудняет обеспечение целостности динамических файлов, т.е. файлов в которые вносятся санкционированные изменения, в том числе другими авторизованными для этого пользователями.

Предлагаемый метод. В основе метода лежит применение технологии цепочки блоков транзакции, именуемой также блокчейн к решению задачи обеспечения целостности данных в облачном хранилище. Цепочка блоков транзакции является структурой, состоящей из блоков, в каждом из которых записываются транзакции. Блок состоит из заголовка и списка транзакций. Заголовок блока включает в себя свой хеш, хеш предыдущего блока, транзакцию. Транзакция, помимо прочего, содержит внутри атрибута input ссылку на транзакцию с предыдущим состоянием данных. Так как результат хеширования (функции SHA-256) необратим, нет алгоритма получения желаемого результата, кроме случайного перебора. Узел рассылает полученный блок другим подключенным узлам, которые проверяют блок. Если ошибок нет, то блок считается добавленным в цепочку, и следующий

блок должен включить в себя его хеш. Удовлетворяющие критериям блоки отправляются в сеть, включаясь в распределенную базу блоков. Регулярно возникают ситуации, когда несколько новых блоков в разных частях распределенной сети называют предыдущим один и тот же блок, т.е. цепочка блоков может ветвиться. Специально или случайно можно ограничить ретрансляцию информации о новых блоках (например, одна из цепочек может развиваться в рамках локальной сети). В этом случае возможно параллельное наращивание различных ветвей. В каждом из новых блоков могут встречаться как одинаковые транзакции, так и разные, вошедшие только в один из них. При равенстве сложности и длины предпочтение отдается той цепочке, конечный блок которой появился раньше. Цепочка блоков содержит историю владения, с которой можно ознакомиться. Облачное хранилище в общем случае представляет собой кластер, разделенный на виртуальные пространства, индивидуально выделенные каждому пользователю. Функционал предлагаемого метода состоит из двух основных частей: часть, отвечающая за формирование транзакций пользователя и часть, ответственная за обслуживание цепочки блоков транзакций. Метод применим как к статическим файлам, так и динамическим. При статической работе файлы являются неизменяемыми и доступны только для загрузки или перезаписи. Таким образом, для статического файла фактом изменения выступает только его полная перезапись. Запись транзакции в блок происходит с помощью метода параллельного доступа без блокировок. Разделение доступа между потоками идет за счет атомарных операций для каждого из типов файлов. Транзакция в блоке состоит из следующих компонентов:

Транзакция = хеш – сумма файла + идентификатор пользователя + время изменения файла + идентификатор сессии+ссылка на предыдущее состояние.

Что необходимо для выполнения основополагающих принципов обеспечения целостности, сформулированных Кларком и Вилсоном [4]:

1. корректность транзакций. Обеспечение невозможности произвольной модификации данных;
2. аутентификация пользователей. Изменять данные может только аутентифицированный для выполнения данных действий пользователь;
3. минимизация привилегий. Привилегии должны быть минимально достаточны для выполнения процессов;
4. разделение обязанностей. Разделение действий в зависимости от уровня привилегий пользователей;
5. аудит произошедших событий. Наличие механизма фиксации обработки информации о произошедших событиях;
6. объективный контроль. Выделение данных по степени контроля за их целостностью;
7. управление передачей привилегий. Наличие механизма передачи привилегий.

Существует три вида транзакций: создание, изменение, удаление. Если часть, ответственная за формирование транзакций пользователя, обнаруживает, что файл изменен, создается транзакция, в которой указан текущий хэш файла и предыдущий. Предыдущий хэш берется из цепочки блоков. При создании/удалении файла создаются транзакции, у которых значение предыдущего/текущего хэша принимают специальные значения.

Работа с динамическими файлами. Пользователь записывает различные динамические файлы, например, базы данных. Затем он настраивает конфигурационный файл фонового процесса, следящего за изменением динамических файлов. При первом запуске файлов создается транзакция с первоначальными хэшами файлов и отправляется на сервер. Затем он отслеживает данные файлы на изменения. Если изменения внес неавторизованный процесс, то отправляется оповещение пользователю. В противном случае через заданные пользователем промежутки времени обновляются хэши указанных файлов. Параллельный доступ пользователей к динамическим файлам осуществляется внутренними модулями приложения, работающего с динамическими файлами.

Одной из главных составляющих данного метода является виртуальная машина, занимающаяся обработкой цепочки блоков транзакций. Она получает транзакции от клиентских фоновых программ, осуществляет проверку на валидность. Оповещение о невалидных транзакциях, создание блоков валидных транзакций, распространение новых блоков по сети виртуальных машин.

Актуальные угрозы предлагаемого метода. На данный момент наиболее актуальной для технологии блокчейн атакой считается атака «51%», поскольку, как было доказано, Сатоши Накамото в работе «Биткойн: система цифровой пиринговой наличности», злоумышленник, не имея достаточную вычислительную мощность не способен скомпрометировать оригинальную цепочку блоков транзакций [5]. Злоумышленник бесконечное время формирует новые блоки и опровергает то, что происходит в оригинальном блокчейн. Подмена хэш, инициирование транзакции, формирование цепочки блоков, которая обогнала оригинальный блокчейн, и в новом блокчейне этой транзакции уже нет. Таким образом, совершается отзыв транзакции и задним числом меняется состояние блокчейна. Но для успешной реализации данной атаки злоумышленнику необходимо завладеть 51% вычислительной мощности облачного хранилища, что, автоматически, поднимает актуальность данной атаки до уровня защиты периметра и контроля доступа. Соответственно, ее реализация лежит за пределами применяемой в предлагаемом методе технологии.

Заключение. Стоит отметить, что основным принципом технологии блокчейн является избавление от участия в процессе, к которой она применена, третьей стороны, что делает данную технологию актуальной в вопросах обеспечения информационной безопасности.

Литература

1. CSA Security Guidance for Critical Areas of Focus in Cloud Computing V3.0 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://downloads.cloudsecurityalliance.org/assets/research/security-guidance/csaguide.v3.0.pdf>, своб.
2. Aldossary S., Allen W. Data Security, Privacy, Availability and Integrity in Cloud Computing: Issues and Current Solutions // International Journal of Advanced Computer Science and Applications. – 2016. – V. 7. – № 4. – P. 485–498.
3. Halevi S., Harnik D., Pinkas B. and Shulman-Peleg A. Proofs of ownership in remote storage systems // Proceedings of the 18th ACM conference on Computer and communications security. – 2011. – P. 491–500.
4. Clark D., Wilson D. A Comparison of Commercial and Military Computer Security Policies // Proceedings IEEE Symposium on Security and Privacy, IEEE Computer Society Press. – 1987. – P. 184–194.
5. Satoshi Nakamoto. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>, своб.



Кульгейко Татьяна Юрьевна

Год рождения: 1993

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра графических технологий, группа № P4170

Направление подготовки: 09.04.02 – Информационные системы
и технологии

e-mail: ktu93@mail.ru



Меженин Александр Владимирович

Год рождения: 1959

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра графических технологий, к.т.н., доцент

e-mail: mejenin@mail.ru

УДК 004.624

ОБРАБОТКА ДАННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ДИСТАНЦИОННОГО ОПТИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Кульгейко Т.Ю., Меженин А.В.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Меженин А.В.

В работе представлен процесс получения полигональной модели части города на основе данных результатов воздушного лазерного сканирования. Рассмотрены сложности и их решения, возникшие в процессе получения трехмерной модели. Приведена сравнительная таблица программных продуктов, воспринимающих формат облака данных. Полученная модель экспортировалась в трехмерный редактор.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, лазерное сканирование, реконструкция, облако точек, оптическое зондирование.

Реконструкция поверхности трехмерных объектов на основе облака точек вычислительно затратная и сложная задача. Создание модели подобного рода может потребоваться для видеоигр, фильмов, приложений, электронной коммерции. При этом к модели могут предъявляться определенные требования по уровню детализации и качеству текстур. Обычно, цель – создать точную реконструкцию (геометрически и визуально соответствующую действительности), затратив при этом как можно меньше временных, человеческих и денежных ресурсов [1].

В данной работе рассмотрен процесс перевода LAS в полигональную модель. Первоначально с помощью воздушного лазерного сканирования были получены облака точек в формате LAS (Log ASCII Standard) [2]. Было решено поделить процесс на два этапа:

1. интеграция LAS с трехмерным редактором на примере 3ds Max;

2. получение полигональной модели.

– Интеграция LAS с трехмерным редактором на примере 3ds Max. Было необходимо перенести данные в 3ds Max для моделирования габаритов построек и рельефа ландшафта. 3ds Max не импортирует данные формата LAS. Было найдено программное обеспечение, позволяющее открыть данный формат и экспортировать в другой, воспринимаемый трехмерным редактором. В таблице рассмотрено несколько вариантов программного обеспечения.

Таблица. Варианты программного обеспечения

Программа	Критерии		
	Учебная лицензия	Размер необходимого пространства на диске	Сфера применения
ReCap	+	3ГБ	Лазерное и 3D-сканирование
AutoCAD	+	6 ГБ	Архитектурный и промышленный дизайн
Revit	+	5 ГБ	Проектирование и строительство

Было принято решение использовать Autodesk ReCap [3], потому как он по сфере своего применения укладывается в решаемую задачу, при этом не включает в себя излишние функции других программных продуктов.

Импорт данных осуществлялся следующим образом:

Import > Select files to Import > Open > Import Files > Index scan > Launch project (рис. 1, а).

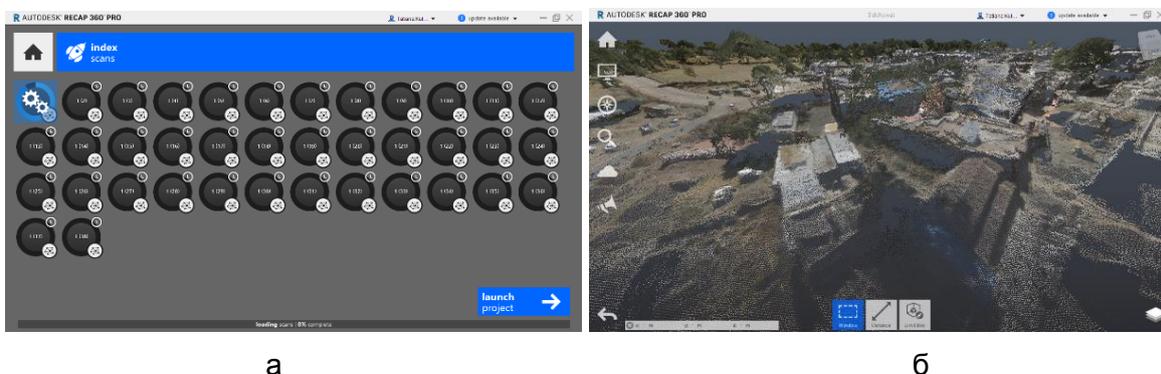


Рис. 1. Процесс импорта файлов в Autodesk ReCap (а); представление облака точек в программе Autodesk ReCap (б)

После ожидания получаем облако точек, представленное в наглядном для визуального восприятия виде (рис. 1, б).

Для того чтобы перенести проект в 3ds Max, нужно сохранить проект в родном формате Autodesk ReCap (rcp). Затем в 3ds Max открыть меню Create вкладку Geometry, в раскрывающемся меню выбрать Point Cloud Geometry, нажать Load и выбрать месторасположения объекта (рис. 2). Проект перенесен.

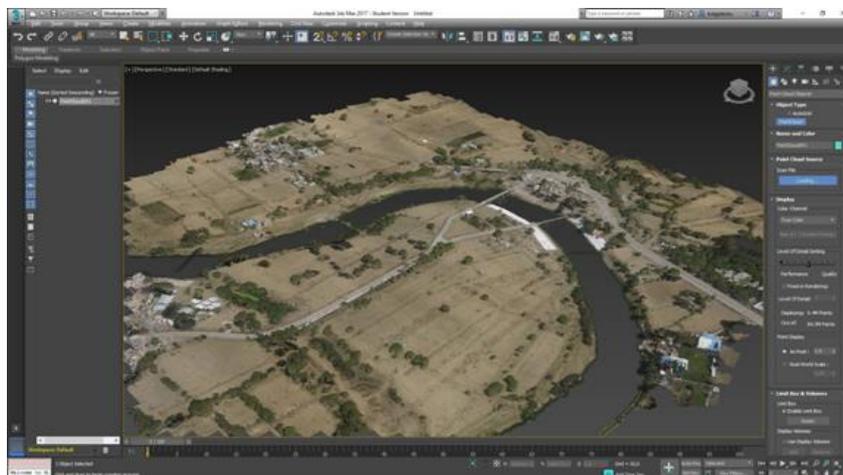


Рис. 2. Облака точек в 3ds Max

- Получение полигональной модели. Стандартными программными средствами 3ds Max нельзя получить полигональную модель из облака точек. Для этого нужны плагины, которые не являются свободно распространяемыми.

Для этой задачи использовался открытый продукт Meshlab [4]. Для экспорта необходимы облака точек в формате xyz. Чтобы перевести LAS в xyz, был использован набор библиотек LAStools с простым интерфейсом, также свободно распространяемый.

Затем облака точек были открыты в Meshlab и преобразованы в полигональную модель. Из рис. 3, а видно, что текстуры были потеряны при конвертации.

Чтобы убедиться, что дальше с этим можно будет работать, был произведен экспорт в формат obj и открыт файл в 3ds Max (рис. 3, б).

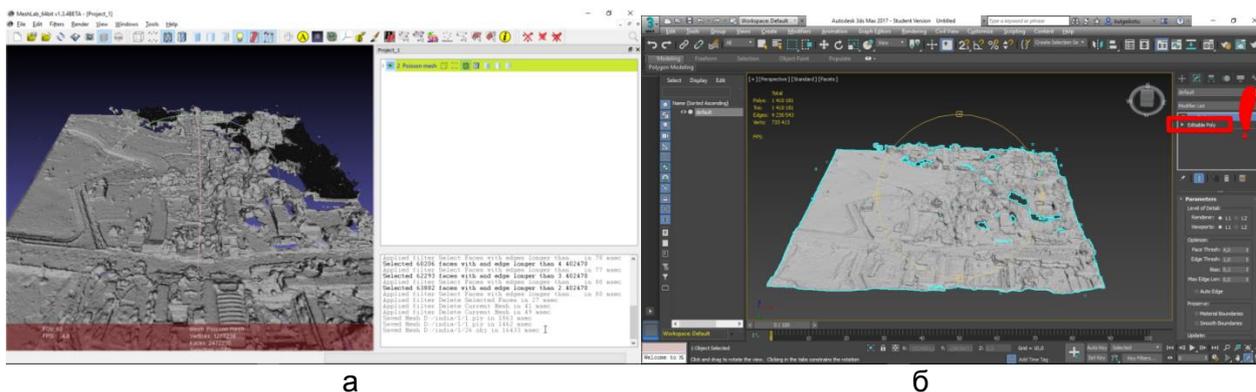


Рис. 3. Итоговый mesh после преобразований Meshlab (а); mesh в 3ds Max (б)

В дальнейшем планируется работа с полигональной сеткой. Поиск способа конвертации с сохранением текстур и исследование различных алгоритмов конвертации облаков точек в полигональную поверхность.

Литература

1. Vosselman G. Fusion of Laser Scanning Data, Maps, and Aerial Photographs for Building Reconstruction // Geoscience and Remote Sensing Symposium. – 2002. – P. 85–88.
2. Fabio R. From point cloud to surface: the modeling and visualization problem [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.academia.edu/4967595/From_point_cloud_to_surface_the_modeling_and_visualization_problem, своб.
3. ReCap 360™ reality capture and 3D scanning software [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.autodesk.com/products/recap-360/overview>, своб.
4. MeshLab the open source system for processing and editing 3D triangular meshes [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://meshlab.sourceforge.net/>, своб.



Куцуров Антон Вячеславович

Год рождения: 1993

Факультет систем управления и робототехники, кафедра технологии приборостроения, группа № P4277

Направление подготовки: 12.04.01 – Приборостроение

e-mail: anton.kutsurov@gmail.com

УДК 681.518.5

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО МОНИТОРИНГА И КОНТРОЛЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Куцуров А.В.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Яблочников Е.И.

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615863 «Научные основы создания цифрового производства в приборостроении».

В работе рассмотрена система автоматизированного мониторинга и контроля производственного оборудования, которая будет создана на базе лабораторий Университета ИТМО. Системы мониторинга дают возможность повысить эффективность работы предприятий и персонала, а также продлить сроки службы оборудования. Подключение оборудования к единой системе мониторинга реализовано при помощи платформы «Winnium».

Ключевые слова: система мониторинга, Winnium, промышленный Интернет вещей (IIoT).

С развитием информационных технологий появилась возможность проведения мониторинга и контроля различного оборудования в реальном времени. Использование систем мониторинга нацелено на повышение эффективности работы предприятия, сохранение стабильности производства, а также предотвращение поломок оборудования. Процесс изготовления деталей сопровождается изменением ряда технологических параметров, которые могут требовать от оператора не только наблюдения, но и корректировки. По этой причине системы мониторинга и контроля способны реагировать не только на действия оператора, но и самостоятельно вносить изменения в процессе работы, при наличии системы «обратной связи» [1].

Цель работы – разработка системы автоматизированного мониторинга и контроля производственного оборудования.

Оборудование, входящее в состав системы мониторинга и контроля, расположено на нескольких «площадках» на территории лабораторий Университета ИТМО:

- Лаборатория 1 – использует токарные и фрезерные многокоординатные станки с ЧПУ для обработки и изготовления изделий из металлов и сплавов, а также других материалов;
- Лаборатория 2 – занимается изготовлением изделий из пластмасс и имеет в своем распоряжении 3D-принтеры, а также контрольно-измерительное оборудование;
- Лаборатория 3 – оснащена трехкоординатным роботом-манипулятором, который является основой роботизированной станции автоматизированной сборки изделий и выполняет функции сборщика-перекладчика.

На рисунке представлена структурная схема формируемой системы. Данные поступают с оборудования лабораторий через SCADA-систему (Supervisory Control And Data) на сервер, а далее передаются на главный компьютер (PC) для вывода на экран. Поскольку оборудование территориально удалено друг от друга, то предложенная структура системы мониторинга имеет некоторое сходство с традиционными распределенными предприятиями. Для проведения исследований и экспериментальных работ используется следующее оборудование: станки с ЧПУ – токарно-револьверный – HAAS SL-10THE, фрезерный HAAS Super Mini Mill, 5-координатный обрабатывающий центр PRIMACON PFM 24; координатно-измерительная машина DEA Global Performance 05.07.05; термопластавтомат Ferromatik Milacron EE30-55; робот-манипулятор Adept и установки аддитивного производства. На территории «Лаборатории 3» расположена роботизированная станция автоматизированной сборки с системой сервомоторов, подключенных через контроллер FESTO CPX.

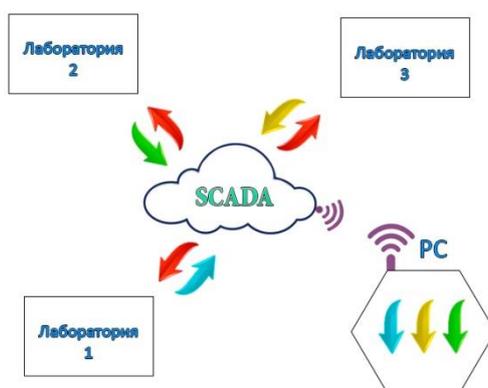


Рисунок. Схема функционирования системы мониторинга и контроля

Кроме того, в работе рассмотрено подключение оборудования к системе мониторинга при помощи платформы «Winnum». Это программный комплекс для промышленного Интернета вещей (Industrial Internet of Things–IIoT), который дает возможность проводить удаленный мониторинг и контроль производственных систем

[2]. Позволяет проводить диагностику оборудования, формирует отчеты о работе, а также производит автоматизированный сбор и хранение информации, генерируемой в процессе работы оборудования. Для простоты восприятия полученные данные представляются оператору в виде таблиц и диаграмм.

В состав программного комплекса входят три основные части:

1. Winnum Connector – программный код, предназначенный для идентификации сигналов, приходящих с оборудования;
2. Winnum Cloud – облачное хранилище, которое позволяет записывать и хранить поступающие данные;
3. Winnum Platform – программа, отвечающая за настройку подключения оборудования, а также визуальное представление информации оператору.

Внутренняя структура Winnum Platform выстроена по «шаблонному» типу. Процесс подключения оборудования начинается с настройки «шаблона сигналов» – это необходимо для описания физического сигнала, которые зависят от типа подключаемого оборудования. Далее следует создать «шаблон объекта данных» для выбранного «сигнала». Следующий шаг – необходимо создать «шаблон устройства». И, наконец – формируется «шаблон изделия», с которым связываются все созданные ранее компоненты. Дальнейшая работа заключается в создании и редактировании графических интерфейсов для наиболее удобного отображения процессов на экране ПК. Настройка интерфейсов производится через специализированное приложение – Winnum SDK.

На данный момент отечественный и зарубежный рынок насчитывает десятки различных систем мониторинга. В некоторых случаях крупные предприятия разрабатывают такие системы под свои задачи на заказ у сторонних фирм, а иногда продукт выходит на рынок, развившись из стартапа [3]. Несмотря на это, все системы имеют свои преимущества и недостатки. Одни – специализируются на определенном типе оборудования или системе управления, другие – требуют для подключения специализированные аппаратные средства. Преимуществом системы Winnum является возможность подключения оборудования «напрямую», без использования дополнительных аппаратных средств, и работа с большими объемами поступающих данных.

Таким образом, Winnum – имеет широкий спектр возможностей для мониторинга и контроля довольно большого спектра применяемого оборудования. В результате исследования была создана единая система, позволяющая проводить мониторинг и контроль в реальном времени. Стоит отметить, что данная работа явилась одним из проектов развития направления индустриальных киберфизических систем, в которых SCADA-системы играют очень важную роль. Благодаря накопленному опыту работы с различным оборудованием в лабораториях Университета ИТМО, появится возможность проведения таких проектов на промышленных предприятиях. Развитие систем мониторинга и контроля позволит еще на одну ступень приблизиться к созданию модели «цифрового производства».

Литература

1. Lee S.W., Nam S.J., Lee J.K. Real-time data acquisition system and HMI for MES // Journal of mechanical science and technology. – 2012. – V. 26. – № 8. – P. 2381–2388.
2. Кулагин М.В., Волков И.А. Промышленный интернет на практике: удаленная диагностика станков с ЧПУ с помощью технологии Winnum // CAD/CAM/CAE Observer #6. – 2016. – № 6. – С. 20–25.
3. Куркова Ю., Васильев А., Ловыгин А., Степанов В. Системы мониторинга станков с ЧПУ в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sapr.ru/article/25344>, своб.

**Левкович Станислав Сергеевич**

Год рождения: 1993

Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем, группа № Р4155

Направление подготовки: 10.04.01 – Информационная безопасность
e-mail: levkovich_stas@mail.ru**Соловьев Денис Викторович**

Год рождения: 1983

Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем, к.т.н., доцент

e-mail: 9218964588@mail.ru

**Жидков Егор Александрович**

Год рождения: 1994

Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем, группа № Р4155

Направление подготовки: 10.04.01 – Информационная безопасность
e-mail: bones86@mail.ru**Левчук Кирилл Эдуардович**

Год рождения: 1995

Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем, группа № Р4155

Направление подготовки: 10.04.01 – Информационная безопасность
e-mail: levchuk.k.e@gmail.com

УДК 004.85

**АЛГОРИТМЫ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ: ПРИМЕНЕНИЕ В ЗАДАЧАХ
ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ****Левкович С.С., Соловьев Д.В., Жидков Е.А., Левчук К.Э.****Научный руководитель – к.т.н., доцент Соловьев Д.В.**

Работа посвящена исследованию возможности использования аппарата технологий искусственных нейронных сетей для решения задач информационной безопасности. Проведен анализ существующих проблем, связанных с областью информационной безопасности. Рассмотрены пути решения (исследования и практические реализации) этих проблем с использованием технологии искусственных нейронных сетей.

Ключевые слова: искусственные нейронные сети, уязвимость, информационная безопасность, криптография, биометрия.

Возникающее противоречие между ростом сложности и разнородности современных информационно-коммуникационных систем и традиционными мерами защиты информации

заставляет произвести исследования новых соответствующих технологий, методов и механизмов информационной безопасности. На сегодня таким перспективным направлением является исследование возможности применения аппарата технологий искусственных нейронных сетей (ИНС) для решения практических задач информационной безопасности. Данная работа посвящена обзору известных исследований и практическим реализациям этих исследований.

Развитие современных распределенных и гетерогенных сетей, рост сложности и совершенствования разнородного программного обеспечения связано с трудностями разработки и эксплуатации традиционных подсистем безопасности информации, ориентированных на заранее заданные классы угроз информационной безопасности. Рассмотрим существующие проблемные вопросы, связанные с некоторыми подсистемами информационной безопасности.

1. Идентификация и аутентификация. Одно из направлений развития указанной подсистемы безопасности связывают с внедрением биометрических средств. Однако разработчики систем сталкиваются с проблемой изменения работы биометрических устройств в зависимости от здоровья и настроения человека.
2. Антивирусная защита. Современные средства антивирусной защиты, использующие сигнатурные методы, в настоящее время переживают серьезный кризис.
3. Обнаружение и предупреждение вторжений. Системы обнаружения компьютерных атак ориентированы на сигнатурные методы, которые бессильны перед новыми классами атак.
4. Управление рисками информационной безопасности. При проведении анализа риска возникает проблема невозможности описания ряда факторов безопасности количественными мерами.
5. Выявление уязвимостей. Современные методы тестирования, ориентированные на выявление ошибок, сталкиваются с проблемами «проклятия размерности» и неэффективностью при выявлении ошибок, связанных с редко используемыми входными данными.

Отсюда следует, что возникает необходимость в исследовании новых методов и технологий в области информационной безопасности. В данной работе рассмотрен аппарат ИНС, применимый к вопросам информационной безопасности.

Существует большое количество публикаций, которые рассматривают возможность использования ИНС при решении задач информационной безопасности. В основном, подавляющее большинство таких исследований носит теоретический характер, и они не доведены до широкого практического внедрения.

1. Обнаружение вторжений. Статьи по данной области рассматривают методики построения обучающей модели для нейросети на базе систем обнаружения вторжений (СОВ) с открытым кодом «Snort». В качестве архитектуры ИНС рассмотрены различные виды сетей адаптивного резонанса (классификаторы Карпендера–Гроссберга) и обобщенно-регрессионная сеть [1].
2. Моделирование испытаний по требованиям безопасности. Большинство статей приводят исследования по оценке и планированию испытаний программ с открытым исходным текстом с помощью нейросетевых технологий [2]. Исследования показали эффективность применения технологий нейронных сетей при испытаниях интегрированных программных изделий, включающих компоненты с открытым кодом, когда рост степени технологической безопасности имеет немонотонный характер.
3. Использование технологии нейронных сетей в биометрии. На сегодняшний день самое популярное направление развития нейросетевых технологий связано с биометрией [3]. Причем речь не только об аутентификации отпечатков пальцев или сетчатки глаза, но и о поведенческих характеристиках, например, почерк.
4. Нейронные сети в криптографии и стеганографии. Использование нейросетевых

технологий в криптографии не столь обсуждаемая тема в вопросе информационной безопасности. В основном применение ИНС связано с криптосистемами, когда в качестве открытого ключа криптосистемы используется ключ Меркла–Хэлла [4];

5. Другие применения аппарата нейронных сетей в области информационной безопасности. При оценке информационных рисков в автоматизированных системах с помощью нейронечеткой модели используют нейросетевой подход к иерархическому представлению коммуникационной сети, что может быть актуальным при исследовании безопасности социальных сетей.

Подводя итоги исследования можно сделать вывод о том, что в мире проводится ряд исследований по применению технологий нейронных сетей для решения различных задач информационной безопасности, ряд из которых доведен до практической реализации.

Наиболее проработанным в плане моделирования является направление обнаружения новых классов компьютерных атак и инцидентов информационной безопасности. В то же время наметился ряд направлений исследований, касающийся самого широкого класса задач информационной безопасности, в том числе организационных мер.

С другой стороны, надо понимать, что широкое внедрение технологий нейронных сетей частично сопряжено с решением задач получения представительной статистики и ее нормализации, объединения вычислительных ресурсов, развития супервычислений.

Литература

1. Гришин А.В. Нейросетевые технологии в задачах обнаружения компьютерных атак // Информационные технологии и вычислительные системы. – 2011. – № 1. – С. 53–64.
2. Марков Г.А. Оценка и планирование испытаний программ с открытым исходным текстом с помощью нейросетевых технологий // Сб. трудов Четвертой всероссийской конференции. – 2013. – С. 90–93.
3. Волчихин В.И., Иванов А.И. Естественное использование искусственных нейронных сетей в биометрии // Системы безопасности. – 2002. – № 3(45). – С. 46–47.
4. Червяков Н., Евдокимов А., Галушкин А., Лавриненко И., Лавриненко А. Применение искусственных нейронных сетей и системы остаточных классов. – М.: Физматлит, 2012. – 280 с.



Левчук Кирилл Эдуардович

Год рождения: 1995

Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем, группа № P4155

Направление подготовки: 10.04.01 – Информационная безопасность
e-mail: levchuk.k.e@gmail.com



Соловьев Денис Викторович

Год рождения: 1983

Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем, к.т.н., доцент

e-mail: 9218964588@mail.ru



Жидков Егор Александрович

Год рождения: 1994

Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем, группа № P4155

Направление подготовки: 10.04.01 – Информационная безопасность
e-mail: bones86@mail.ru



Левкович Станислав Сергеевич

Год рождения: 1993

Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем, группа № P4155

Направление подготовки: 10.04.01 – Информационная безопасность
e-mail: levkovich_stas@mail.ru

УДК 004.772

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИ ВВОДЕ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ
СТРУКТУРИРОВАННЫХ КАБЕЛЬНЫХ СИСТЕМ**

Левчук К.Э., Соловьев Д.В., Жидков Е.А., Левкович С.С.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Соловьев Д.В.

В работе рассмотрены основные проблемы при вводе в эксплуатацию структурированных кабельных систем. Особое внимание было уделено таким аспектам, как понятие и категории структурированных кабельных систем, резервирование, а также способам защиты. Проведен анализ существующих проблем в перечисленных областях, а также рассмотрены пути их решения.

Ключевые слова: структурированные кабельные системы, резервирование, информационная безопасность, категории структурированных кабельных систем.

Грамотно организованная и безотказно функционирующая структурированная кабельная система, безусловно, является важной частью успешного бизнеса и, наоборот, при плохой организации, недостаточном внимании к вопросам ее построения и обновления наступает коллапс в организации труда на предприятии [1–3].

Структурированная кабельная система (СКС) – это ключевое звено информационной структуры какой-либо организации. При помощи СКС различные информационные сервисы, устройства периферии и автоматизированные рабочие места объединяются в единое целое.

Гибкость СКС и ее открытая архитектура позволяет быстро подстроиться к каким-либо изменениям в настройках корпоративной сети. Выход в свет таких систем категорий как 6 и 7 являются значимым моментом на рынке СКС.

Определение категории кабельной линии производится по самой низкой категории пассивного элемента.

Построение кабельной системы определенной категории достигается соблюдением следующих пунктов:

1. все пассивные компоненты отвечают определенной категории или превышают ее;
2. соблюдены требования по максимально допустимой длине кабельной линии для витой пары;
3. количество соединений не превышает максимально допустимое число для выбранной модели кабельной линии и типа кабеля;

4. монтаж кабелей произведен согласно требованиям стандартов на СКС.

Резервирование СКС играет одну из главных ролей в ее безопасности и надежности. При выходе из строя одного элемента сети может нарушиться работа всей системы. Выделяют три типа резервирования:

1. линейное резервирование;
2. кольцевые структуры;
3. системное резервирование.

Аварийные ситуации в линейной части сети обычно возникают вследствие механических повреждений (обрывов) оптического волокна. Решением данной проблемы является увеличение количества доступных физических трактов передачи, на которые будет осуществляться переключение при возникновении неисправности.

При построении волоконно-оптических сетей связи часто используется кольцевая топология, для которой самовосстановление является естественным свойством. Передающий узел имеет два варианта доступа к приемному, а именно: по часовой стрелке и в обратном направлении. Один из маршрутов выполняет функции основного и используется для передачи трафика, другой рассматривается как резервный. Восстановление связи выполняется следующим образом: поврежденный участок линии исключается из тракта передачи, а на передающих узлах, непосредственно примыкающих к поврежденному участку, происходит закольцовывание трафика.

Организация системного резервирования в оптической сети подразумевает одновременное внедрение дополнительных волокон в линейную часть, а также блоков в активное приемопередающее оборудование на узлах сети. Если на основном направлении передачи отказывает узловая сетевая аппаратура, то осуществляется переход на резервное направление.

Чтобы обеспечить максимальную конфиденциальность и безопасность данных, передаваемых с помощью протоколов 10/100Base-T, большинство организаций используют технологии шифрования информации. Не зашифровав данные хотя бы раз, они могут быть перехвачены, т.е. безопасность работы сети будет находиться под угрозой.

Главным минусом шифрования и дешифрования является высокое потребление ресурсов сети, а также их дороговизна относительно установки экранированных систем.

Экранирование кабелей можно рассматривать как первичный способ защиты данных, а шифрование – необходимостью лишь в специфических случаях.

Простой установки экранированных систем недостаточно. Все экранированные элементы требуют обеспечения максимально возможной степени согласования, поэтому экранирование должно касаться и соединительных кабелей, и разъемов.

Подводя итоги работы, можно сделать вывод о том, что вопросы тщательного проектирования и внедрения СКС является важной частью любого предприятия, так как грамотно и качественно построенная СКС повышает эффективность работы предприятия и снижает вероятность возникновения аварийных ситуаций на каких-либо частях сети в компании.

Литература

1. Самарский П.А. Основы структурированных кабельных систем. – Изд-во «ДМК Пресс», 2016. – 216 с.
2. Стрижаков С.К., Сунчелей И.Р., Семенов А.Б. Структурированные кабельные системы. – Изд-во «ДМК Пресс», 2014. – 640 с.
3. Семенов А.Б. Волоконно-оптические подсистемы современных СКС. – Изд-во «ДМК Пресс», 2017. – 632 с.



Левшенков Артём Евгеньевич

Год рождения: 1993

Факультет систем управления и робототехники, кафедра мехатроники, группа № P4227с

Направление подготовки: 15.03.06 – Мехатроника и робототехника

e-mail: Levshenkov93@gmail.com



Биндюк Владимир Владимирович

Год рождения: 1946

Факультет систем управления и робототехники, кафедра мехатроники, к.т.н., доцент

e-mail: bvvspb@yandex.ru

УДК 531/539:61+621.82

РАЗРАБОТКА ОРТЕЗА РАЗГРУЗКИ МЫШЦ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА ПАЦИЕНТА

Левшенков А.Е., Биндюк В.В.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Биндюк В.В.

Работа выполнена в рамках темы НИР № 610538 «Разработка программно-аппаратного комплекса коррекции и диагностики состояния опорно-двигательной системы человека».

Приведена оценка напряженного состояния различных форм поперечных сечений и анализ прочностной надежности модели несущих элементов ортеза тазобедренного сустава пациента, испытывающих одновременно несколько простых деформаций под действием сил и моментов по разным направлениям в различных точках силового элемента, имеющего ломаную ось.

Ключевые слова: ортез, внутренние компоненты, опасное сечение, нулевая линия, эпюры результирующих напряжений, прочностная надежность.

Согласно докладу компании Global Industry Analysts (Обозреватель мировой промышленности) рынок медицинской робототехники достигнет в 2018 году 1,53 млрд долл. США, однако на сегодняшний день существуют и другие оценки, которые предполагают рост данного рынка до 8,5 млрд долл. США [1].

К преимуществам использования роботов и ортезов в медицине можно отнести:

- отрасль робототехники для медицины является наиболее быстро растущей и обладает значительными перспективами;
- каждое последующее поколение робототехники становится все более простым в эксплуатации;
- ортезы могут использоваться в домашних условиях, и реабилитация становится доступнее;
- ортезы можно программировать, перенастраивать под конкретные условия;
- ортезы позволяют оказывать более персонализированную медицинскую помощь;
- ортезы улучшают качество жизни, в особенности это касается детей и пожилого населения;
- использование ортезов приводит к улучшению, удешевлению и ускорению медицинской помощи [2].

В рычажной системе модели несущих элементов ортеза тазобедренного сустава пациента (рис. 1, а) имеются наиболее нагруженные элементы (рис. 1, б).

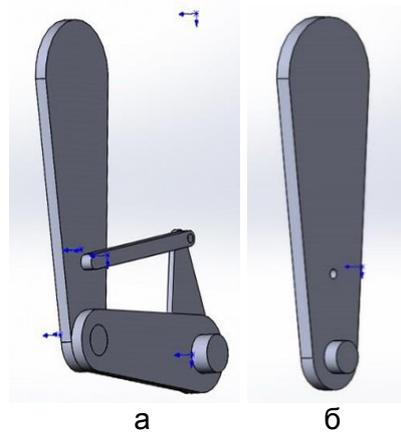


Рис. 1. Рычажная система модели несущих элементов ортеза тазобедренного сустава пациента (а) и наиболее нагруженные элементы (б)

Расчетная схема модели несущих элементов в виде «ломаного бруса» представлена на рис. 2. Модель состоит из двух стержней, которые жестко скреплены под прямым углом. Один стержень имеет круглое поперечное сечение, другой стержень – прямоугольное. Граничными сечениями данного элемента являются его поперечные сечения, проходящие через точки пересечения геометрических осей. Примем следующие параметры: продольные размеры стержней $l_1 = 200$ мм, $l_2 = 300$ мм; варианты соотношений сторон прямоугольного сечения $h/b=1/2$, $h/b=1$ и $h/b=2$; значение нагрузок $P_1 = 400$ Н, $P_2 = 300$ Н; момент $M_0 = P_1 l_1 = 80000$ Н·мм; допустимое напряжение $[\sigma] = 140$ Н/мм².

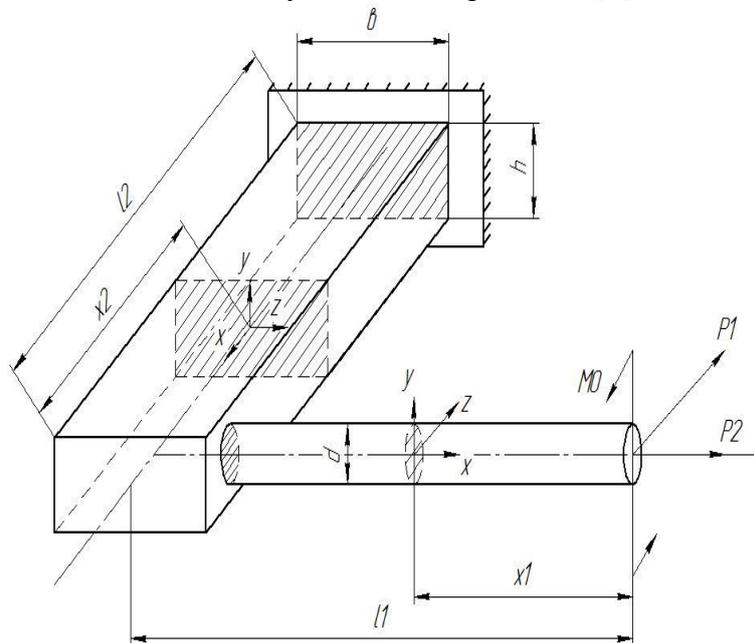


Рис. 2. Скелетная схема ломаного стержня

Цель расчета – обеспечить прочностную надежность данного элемента, определив размеры его поперечных сечений. В таблице представлены уравнения и числовые значения шести компонентов внутренних усилий. Анализ эпюр внутренних усилий показал, что опасными сечениями являются: в круглом стержне – сечение, расположенное в конце первого участка при $x = l_1$, в котором действует наибольший момент M_y ; в призматическом стержне – сечение, расположенное в конце второго участка при $x = l_2$, в котором действуют максимальные моменты M_y и M_z [3, 4].

Таблица. Уравнения и числовые значения шести компонентов внутренних усилий

№ участка	Пределы изменений x	Компоненты внутренних сил					
		$N_x, \text{Н}$	$Q_y, \text{Н}$	$Q_z, \text{Н}$	$M_x, \text{Н} \cdot \text{мм}$	$M_y, \text{Н} \cdot \text{мм}$	$M_z, \text{Н} \cdot \text{мм}$
1	$0 \leq x_1 \leq l_1$	P_2 300	–	P_1 400	$-M_0$ –80000	$-P_1x$ –80000	–
2	$0 \leq x_2 \leq l_2$	$-P_1$ –400	–	P_2 300	–	$-P_2x$ –90000	$-M_0$ –80000

На рис. 3 изображены опасные круглое и прямоугольное сечения, показаны все компоненты внутренних усилий и построены эпюры нормальных и касательных напряжений. Напряженное состояние опасных точек сечений оценивалось по третьей теории прочности

$$\sigma_{p3 \text{ наиб}} = (\sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2})_{\text{наиб}} \leq [\sigma] .$$

В круглом сечении точки 1 и 2, соответственно, с наибольшими растягивающими и сжимающими напряжениями находятся на концах диаметра, перпендикулярного нулевой линии. Для точки 1 с наибольшими нормальными напряжениями $\sigma_{(1)} = \sigma_{\text{наиб}}$ и $\tau_{(1)} = \tau_{M_x}$ рассчитан диаметр стержня и площадь сечения $d = 20,19 \text{ мм}$, $F = 320 \text{ мм}^2$, удовлетворяющие условию прочностной надежности

$$\sigma_{p3 \text{ наиб}} = \sqrt{\left(\frac{N_x}{F} + \frac{M_y z}{J_y} + \frac{M_z y}{J_z}\right)^2 + 4\left(\frac{cM_x f(y, z)}{J_z b'} + \frac{Q_y S_z}{J_y b''}\right)^2} \leq [\sigma] .$$

В опасном прямоугольном сечении наиболее напряженной точкой на контуре является точка 6 с наибольшими сжимающими напряжениями, наиболее удаленная от нулевой линии и, учитывая, что $\tau_{(6)} = 0$

$$\sigma_{p3(6)} = -\frac{N_x}{F} - \frac{M_y}{W_y} - \frac{M_z}{W_z} \leq [\sigma].$$

При соотношении сторон прямоугольного сечения $h/b=2$ размеры сечения составляют $h=28 \text{ мм}$ и $b=14 \text{ мм}$; при $h/b=1$ $h=b = \sqrt[3]{3W_z} = 15,1 \text{ мм}$; при $h/b=1/2$ $b=28,2 \text{ мм}$ и $h=14,1 \text{ мм}$.

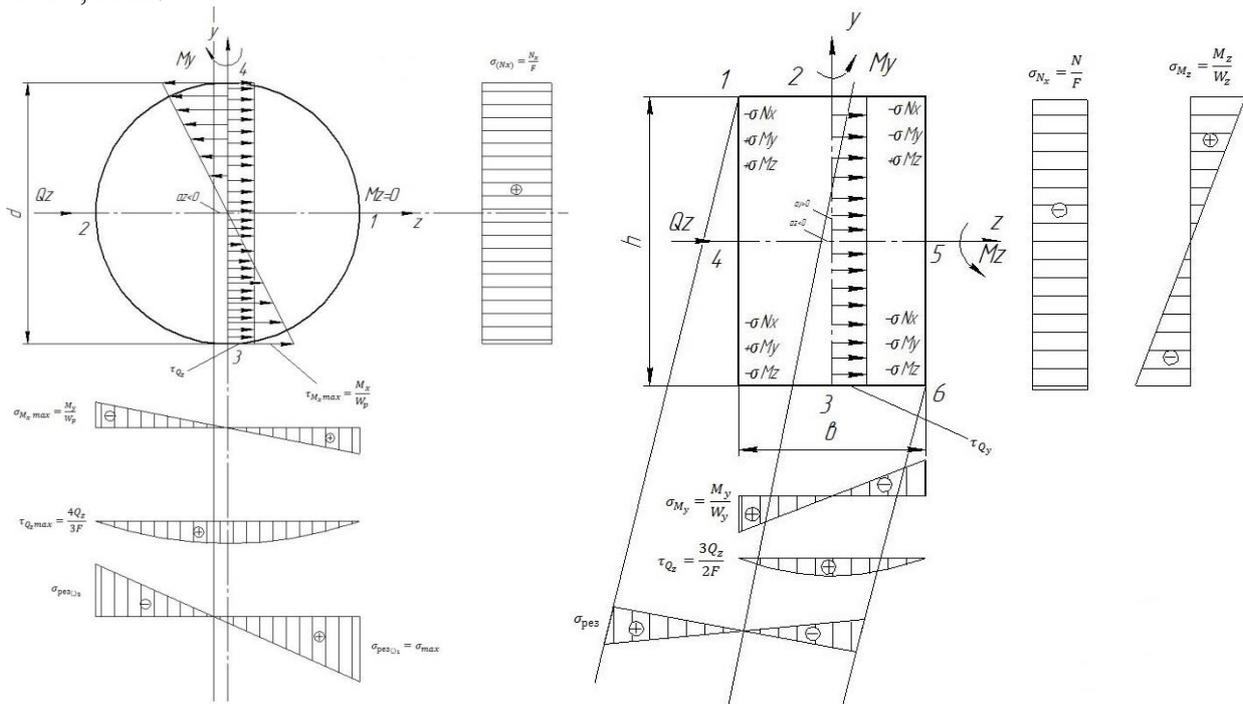


Рис. 3. Эпюры распределений нормальных, касательных и результирующих напряжений в круглом и прямоугольном поперечных сечениях модели

Так как прочностная надежность первого участка несущего элемента модели ортеза обеспечивается при $\varnothing 20$, то из вариантов соотношений h/b выбран случай, когда высота сечения h позволяет конструктивно состыковать круглое сечение с прямоугольным сечением второго участка силового элемента модели ортеза, поэтому, назначены $\varnothing 20$, $h=28$ мм и $b=14$ мм. Изложенный материал может быть использован при проектировании мехатронных и робототехнических устройств [5].

Литература

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.strategyr.com/Company_Profile.asp, своб.
2. Бегун П.И. Биомеханическое моделирование объектов протезирования: учебное пособие. – СПб.: Политехника, 2011. – 464 с.
3. Биндюк В.В. Сложное сопротивление. Учебное пособие по дисциплине «Сопротивление материалов». – СПб.: Университет ИТМО, 2015. – 49 с.
4. Патент РФ № 86437. Устройство для измерения удлинения биологической ткани при воздействии на нее механической нагрузки. Авт. Лазарев С.М., Биндюк В.В., Бага Д.К., Андриевский А.Н., Агаркова Е.Ю. Зарегистрировано в гос. реестре РФ. – 10.09.2009.
5. Лукинов А.П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств. – Изд-во: Лань, 2012. – 608 с.



Лейфер Кирилл Ильич

Год рождения: 1993

Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра безопасных информационных технологий, аспирант

Направление подготовки: 10.06.01 – Информационная безопасность
e-mail: leyfer.kirill@gmail.com



Спивак Антон Игоревич

Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра безопасных информационных технологий, к.т.н., доцент

e-mail: anton.spivak@gmail.com

УДК 004.93:57.087.1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОСТРАНСТВА ПРИЗНАКОВ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ НА МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВАХ

Лейфер К.И., Спивак А.И.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Спивак А.И.

Работа основана на ранее проведенных исследованиях, в рамках которых производился сбор и анализ жестов, оставляемых пользователями на сенсорных экранах мобильных устройств. В работе проанализировано несколько способов расширения признаковое пространство с помощью сбора вспомогательной информации с мобильного устройства.

Ключевые слова: биометрия, признаковое пространство, мобильные устройства, сенсорный экран, идентификация.

Подавляющее большинство современных смартфонов оснащено сенсорными экранами. Будучи весьма точными устройствами ввода, такие экраны способны

зафиксировать характеристики пользовательских событий ввода: время касания, координаты с точностью до пикселя, а также площадь касания. С помощью различных преобразований из этих данных можно выделить динамические характеристики, которые будут уникальны для каждого пользователя и позволят его идентифицировать с некоторой точностью [1]. Однако точность методов идентификации, использующих эти характеристики, остается недостаточно высокой для надежного использования на практике [2]. С этой целью предлагается расширить признаковое пространство, дополнив его некоторыми другими данными, полученными с пользовательского устройства. В данной работе рассмотрено три вида таких данных.

Первый основан на предположении, что характеристики жестов зависят от текущей активности пользователя. В ОС Android (на устройствах, под управлением которых производился сбор данных) приложения состояли из «activity» (активностей) – составных элементов пользовательского интерфейса, занимающих весь экран устройства. Информация о том, в какой activity были сгенерированы те или иные события ввода, позволили построить для одного и того же пользователя одни и те же динамические признаки по разным activity, что должно было повысить точность идентификации. Также информация о распределении разных activity по доле их использования, сама по себе может выступать в роли признака для идентификации личности. На рисунке представлены графики распределения продолжительности жестов двух разных пользователей.

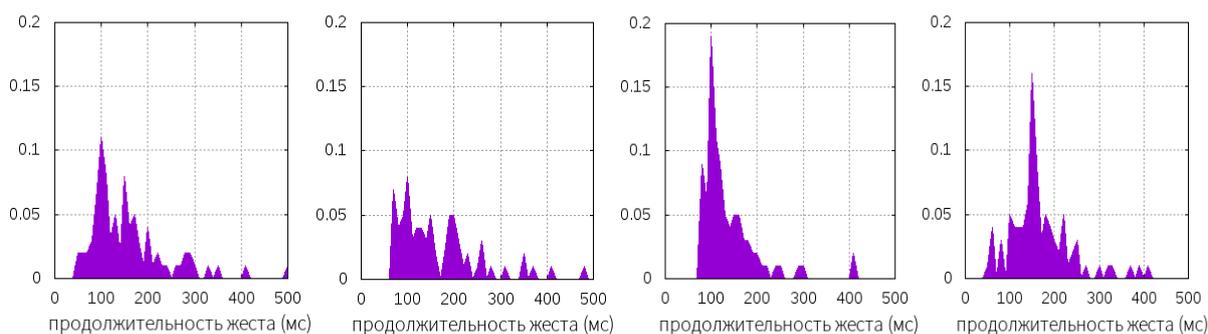


Рисунок. Распределение жестов двух разных пользователей по продолжительности в мс

Для построения верхних двух распределений взяты по 50 жестов двух разных пользователей без учета привязки к конкретной activity. Нижние два графика построены по 50 жестам, введенным разными пользователями в одной и той же activity. Отличие формы распределения наиболее сильно выражено в нижних графиках, что дает уверенность в том, что использование информации о текущей activity позволит повысить различные метрики системы классификации.

Следующий вид данных – информация о «Accessibility Event» (событиях универсального доступа). В ОС Android эти события возникают при взаимодействии с пользовательским интерфейсом и несут дополнительную информацию о содержимом экрана. С их помощью можно определить, какое событие ввода произошло (касание, прокрутка), и в каком элементе интерфейса. Различные приложения преобразуют эту информацию (переводя текст в речь, активируя виброотдачу и т.д.) для облегчения использования устройства людьми с ограниченными возможностями. Данные события можно регистрировать в приложении для сбора данных – это позволит определить, какого типа и какому UI-элементу (UI, User Interface – пользовательский интерфейс) было отправлено то или иное событие ввода. Использование этих данных вкуче с информацией о текущей activity позволит построить профиль поведения пользователя в конкретном приложении, построив распределение частоты использования различных UI-элементов в рамках одной activity. Эти данные послужат дополнительным признаком в системе классификации, что повысит ее точность. Основная сложность заключается в

том, что события универсального доступа генерируются системой с некоторой задержкой. Это усложняет нахождение соответствующих ему событий ввода. Однако как показал анализ данных, полученных в предыдущем исследовании [3], доля жестов, которым неправильно сопоставляются Accessibility Event-ы (доля жестов, которые пользователи вводят слишком быстро) составляет 0,8% от общего количества собранных данных. Соответственно, такие данные можно считать надежными.

Третий вид данных представляет собой информацию, полученную с различных датчиков мобильного устройства – акселерометра, гироскопа и датчика магнитного поля, которые встречаются практически во всех современных смартфонах. Информация об изменении положения устройства в пространстве сама по себе содержит большое количество биометрических признаков, достаточное для построения системы идентификации, использующейся, например, для разблокировки устройства [4]. Применение подобных данных вкуче с характеристиками событий ввода позволит значительно повысить точность идентификации. Сложность использования этой информации заключается в сопоставлении события ввода и информации с датчиков по времени. Вызвано это тем, что информация поступает с задержками, зависящими от конкретной аппаратной и программной реализации конкретного мобильного устройства. Тем не менее, сбор этих данных также будет производиться с расчетом на последующий их анализ с выделением признаков.

В результате проделанной работы проведено исследование различных данных, которые можно получить с мобильного устройства. Получена усовершенствованная техническая часть проекта, способная собирать на тестовых мобильных устройствах дополнительную информацию, которую впоследствии можно использовать для расширения признакового пространства при построении алгоритмов идентификации пользователей мобильных устройств.

Литература

1. Angulo J., Wastlund E. Exploring Touch-screen Biometrics for User Identification on Smart Phones // IFIP Advances in Information and Communication Technology (IFIPAICT). – 2011. – V. 375. – P. 130–143.
2. Kambourakis G. Introducing touchstroke: keystroke-based authentication system for smartphones // Security and Communication Networks. – 2016. – V. 9. – № 6. – P. 542–554.
3. Лейфер К. Лавров Д. Идентификация личности по биометрическим характеристикам жестов на сенсорном экране // Математические структуры и моделирование. – 2016. – № 3(39). – С. 163–176.
4. Guo Yi, Yang Lei. OpenSesame: Unlocking smart phone through handshaking biometrics // IEEE Transactions on Mobile Computing. – 2015. – V. 14. – № 5. – P. 1044–1055.



Летуновский Дмитрий Сергеевич

Год рождения: 1992

Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем, аспирант

Направление подготовки: 09.06.01 – Информатика и вычислительная техника

e-mail: d.s.letunovskiy@gmail.com



Лихачева Татьяна Сергеевна

Год рождения: 1994

Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем, группа № Р4264

Направление подготовки: 11.04.03 – Конструирование и технология электронных средств

e-mail: lihtanse@mail.ru

УДК 67.02

МЕТОДИКИ ПРОТОТИПИРОВАНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ, ЛЕЖАЩИЕ В ОСНОВЕ РАБОТЫ КОМПЛЕКСА АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПРОТОТИПИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Летуновский Д.С., Лихачева Т.С.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Романова Е.Б.

В работе рассмотрены методы создания прототипов печатных плат, а также материалы, используемые при их изготовлении с помощью комплекса автоматизации проектирования и прототипирования электронных средств. Выполнено сравнение материалов, применяемых в технологии быстрого прототипирования. Произведен анализ доступных методов прототипирования, выявлены их достоинства и недостатки.

Ключевые слова: быстрое прототипирование, печатные платы, электронные средства, 3D-печать, фрезерование.

Ключевым фактором успешного обучения является возможность применять на практике получаемые навыки. Важной задачей является обеспечение студентов кафедры ПБКС Университета ИТМО, обучающихся по направлению «Проектирование и технология электронно-вычислительных средств», практическим опытом конструирования электронно-вычислительных средств.

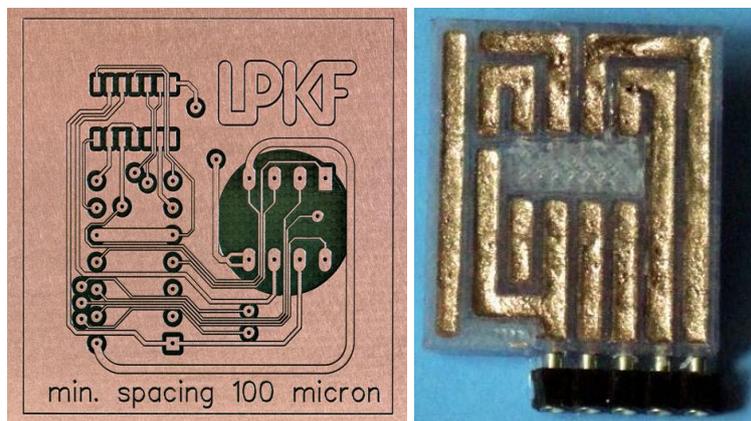
Уже на этапе макетирования процесс создания электронных устройств является затруднительным в рамках высшего учебного заведения, поскольку требует больших производственных мощностей и финансовых затрат. Однако появление технологий быстрого прототипирования или RP-технологий позволяет пересмотреть подход к созданию макетов и прототипов изделий в приборостроении [1]. Такие технологии позволяют изготовить модели печатных плат, их компонентов, корпусов, деталей и других элементов электронных устройств. Другим преимуществом RP-технологий является возможность их интегрирования в единую реконфигурируемую производственную систему, тем самым позволяя уменьшить площадь размещаемого технологического оборудования и его стоимость, что является важным фактором в условиях ограниченной площади помещений университета.

Большинство прототипов печатных плат изготавливается либо вручную с помощью пленочного фоторезиста или изображения, отпечатанного на лазерном принтере («ЛУТ-метод»), либо заказывается их производство на заводе. К недостаткам первого метода можно отнести низкую степень автоматизации, либо полное ее отсутствие, применение химических веществ, большое количество технологических операций, низкую технологичность для ЛУТ-метода и высокую цену на расходные материалы для фоторезиста. К недостаткам заказа производства на заводе относятся длительное время изготовления и высокая цена за плату при небольших партиях. Таким образом, комплекс автоматизации проектирования и прототипирования электронных средств (КАПиПЭС) призван решить задачу производства прототипов печатных плат в условиях кафедры и обеспечить высокую степень автоматизации, низкое время изготовления, высокую повторяемость и точность изготовления. Комплекс автоматизации проектирования и прототипирования электронных

средств будет выполнен в настольном портальном исполнении и имеет в своем составе инструменты для фрезерования и трехмерной печати. Исходя из этого, для формирования прототипа печатной платы доступны следующие методы.

Механическое удаление слоя металлизации с заданных участков фольгированного диэлектрика с помощью фрезерного инструмента [2]. Таким образом, формируется проводящий рисунок печатной платы. Данный способ позволяет получать прототипы печатных плат до третьего класса точности (примерно 0,2 мм). На точность изготовления влияют неровности диэлектрика и некоторые другие факторы. Данный метод позволяет изготавливать только двухслойные печатные платы в основном прямоугольной формы, при создании платы может возникнуть дополнительный расход материала при резке или создании плат сложной формы. Однако при использовании метода фрезерования заготовки не возникает проблем с пайкой компонентов. Пример печатной платы, созданной с помощью механического удаления слоя металлизации, представлен на рисунке, а.

Создание прототипа печатной платы с помощью технологий быстрого прототипирования [3]. По одной из таких технологий диэлектрическая подложка печатной платы формируется из пластика путем трехмерной печати. Токопроводящий слой также формируется с помощью трехмерной печати из токопроводящего материала. На данный момент на рынке доступны предложения токопроводящего материала для трехмерной печати с удельным сопротивлением 0,006 Ом×см (Multi3D Conductive Filament), что позволяет создавать функциональные прототипы печатных узлов в едином технологическом процессе. Токопроводящий материал может быть нанесен на поверхность диэлектрика в виде дорожек и полигонов, им могут заполняться специально сформированные полости, либо поверх проводящего слоя может сразу печататься слой диэлектрика. Данный метод позволяет изготавливать платы любой формы, в том числе трехмерные структуры (формирование печатных узлов без применения пайки), а также многослойные платы при сниженном расходе материала. Недостатком является сложность применения паяльных инструментов. Пример печатного узла, созданного с помощью технологий быстрого прототипирования, представлен на рисунке, б.



а

б

Рисунок. Печатная плата, изготовленная методом: фрезерования заготовки (а);
трехмерной печати (б)

В качестве общих достоинств описанных методов можно отметить малое количество технологических операций, относительно низкие требования к жесткости конструкции, так как проводится только фрезерование диэлектрика и слоя металлизации соответственно, невысокую цену комплектующих, высокую степень автоматизации, отсутствие необходимости в химических реагентах. Общими недостатками методов являются относительно невысокая скорость создания проводников и распечатывания слоев (плата $10 \times 10 \text{ см}^2$ и толщиной 1 мм будет распечатываться около 1 ч, фрезерование платы подобной площади в зависимости от плотности рисунка платы также может

занимать около 1 ч), вредность изготовления (при фрезеровании возникает мелкодисперсная стеклянная пыль, при трехмерной печати для некоторых видов пластика возможны токсичные испарения).

Таким образом, оба представленных способа создания прототипа печатной платы имеют преимущества перед обычными широко применяемыми методами (заказ на заводе и создание вручную). Создание печатной платы с помощью КАПиПЭС обеспечивает высокую степень автоматизации, высокий уровень технологичности, избавление от использования химических реактивов, сокращение количества технологических операций в сравнении с производством в ручную и быстроту и дешевизну изготовления в сравнении с производством на заводе. В сравнении друг с другом оба метода показывают примерно одинаковое время создания прототипа, однако трехмерная печать позволяет создавать платы практически любой формы с меньшими затратами на материал. Преимуществом метода фрезерования является отсутствие проблем с пайкой, однако для метода трехмерной печати данную проблему можно обойти, применяя легкоплавкие сплавы и низкотемпературную пайку или применяя методы формирования печатных узлов без применения пайки.

Литература

1. Weller C., Kleer R., Piller F.T. Economic implications of 3D printing: Market structure models in light of additive manufacturing revisited // International Journal of Production Economics. – 2015. – V. 164. – P. 43–56.
2. Третьяков С.Д. Современные технологии производства радиоэлектронной аппаратуры. Учебное пособие. – СПб.: Университет ИТМО, 2016. – 102 с.
3. Macdonald E. et al. 3D printing for the rapid prototyping of structural electronics // IEEE Access. – 2014. – V. 2. – P. 234–242.



Малинникова Маргарита Николаевна

Год рождения: 1995

Факультет систем управления и робототехники, кафедра технологии приборостроения, группа № P4179

Направление подготовки: 12.04.01 – Приборостроение

e-mail: rita_malina@bk.ru

УДК 681.518.5

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ ПРИ ЛИТЬЕ ПОЛИМЕРОВ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Малинникова М.Н.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Васильков С.Д.

В работе проведен анализ различных автоматизированных систем управления технологическими процессами и их функций, разработан алгоритм удаленного управления и диспетчеризации литьевой машиной при изготовлении полимерных изделий литьем под давлением.

Ключевые слова: литьевая машина, АСУТП, протоколы, OPC-сервер, SCADA.

Литье под давлением – процесс, во время которого материал переводится в вязко-текучее состояние и затем впрыскивается под давлением в форму, где происходит оформление изделия. Методом литья под давлением производят серийные изделия

массой от долей грамма до десятков килограммов. Для их изготовления используются литьевые машины.

Разработка системы управления и диспетчеризации для литьевой машины является актуальной задачей и делает технологический процесс более эффективным. Можно будет контролировать процесс литья, иметь обратную связь с литьевой машиной, видеть ошибки и недочеты выбора параметров и исправить их быстрее и техничнее.

Процесс литья делится на несколько стадий: дозирование материала и загрузка его в цилиндр, нагрев и пластикация материала, впрыск материал и выдержка его под давлением, охлаждение изделия в форме, размыкание формы и удаление изделия. На всех стадиях можно контролировать процесс посредством установки датчиков на литьевой машине. Датчики будут передавать информацию на специальные контроллеры, собирающие и передающие данные на компьютер. Датчики и контроллеры будут входить в автоматизированную систему управления технологическим процессом (АСУТП). АСУТП – это комплекс программных и технических средств, предназначенный для автоматизации управления технологическим оборудованием на предприятиях.

В состав АСУТП могут входить:

1. распределенные системы управления (PCY) для управления технологическим процессом, отличающиеся построением распределенной системы ввода–вывода и децентрализацией обработки данных. Основным отличием является глубокая интеграция средств разработки кода для уровня визуализации и уровня управления. Например, изменение в алгоритме управления процессом автоматически дублируется в программе отображения этого процесса. Основной сферой применения PCY являются производства с циклическими процессами, когда необходимо изготовить определенную партию продукта;
2. системы с числовым программным управлением, в частности, системы на программируемых логических контроллерах, для модификации существующих или написания новых программ. Базой для построения служат современный микроконтроллер или управляющий компьютер на базе микропроцессора, контроллер с программируемой логикой;
3. SCADA-система, выполняющая диспетчерские функции (сбор и обработка данных о состоянии оборудования и технологических процессов) и помогающая разрабатывать программное обеспечение для встроенного оборудования.

Основные функции такой системы будут состоять в обеспечении централизованного оперативного контроля, регистрации и главное для специалиста – наглядного отображения информации в режиме реального времени. В такой системе будет происходить учет расходуемого сырья, регистрация выработанного ресурса технологической оснастки и выполнение некоторых функций и процессов автоматизированного управления производством [1].

В качестве объекта для установки АСУТП выбрана электрическая литьевая машина Ferromatik Milacron EE30-55 с объемом впрыска 19 см^3 и усилием запираания 30 т. Она имеет возможность производить прецизионные полимерные изделия благодаря высокой точности позиционирования электрического привода, что особенно важно для оптических изделий. Для исследований применяется переналаживаемая литьевая форма со сменными формообразующими деталями, что обеспечивает высокую гибкость подготовки производства, возможность изготовления широкой номенклатуры деталей с использованием ограниченной номенклатуры элементов.

Для удаленного доступа к литьевой машине и создания автоматизированной системы управления и диспетчеризации будет использоваться следующий алгоритм (рисунок): к литьевой машине подключают датчики, передающие информацию о процессе литья на контроллер, далее с контроллера информация поступает на установленный персональный компьютер (ПК) OPC-сервера. К серверу подключена SCADA-система, с которой работает пользователь.



Рисунок. Алгоритм удаленного доступа к литейной машине

OPC (OLE for Process Control) – семейство программных технологий, предоставляющих единый интерфейс для управления объектами автоматизации и технологическими процессами, созданное некоммерческой организацией OPC Foundation, объединяющей более 400 фирм-производителей оборудования. Главной целью стандарта OPC явилось обеспечение возможности совместной работы средств автоматизации, функционирующих на разных аппаратных платформах, в разных промышленных сетях и производимых разными фирмами. В 2006 году OPC Foundation предложил новую стандартную спецификацию получившую название «OPC Unified Architecture» – «OPC с унифицированной архитектурой». OPC UA обеспечивает надежную и безопасную коммуникацию, противодействие вирусным атакам, гарантирует идентичность информации клиента и сервера [2].

Сеть из литейных машин, датчиков, контроллеров, OPC-сервера и SCADA-системы можно определить, как промышленную сеть. Протокол передачи данных зависит от интерфейсов соединений, а также от возможностей работы с определенными протоколами конкретного оборудования. Примерами протоколов для создания промышленных сетей являются: EtherCAT, Modbus, Profibus, специализированные протоколы от производителей оборудования, например, протокол OВЕН [3].

Подключение к ПК на данный момент происходит через физический интерфейс RJ 45. Система управления литейной машиной включает в себя системный блок (процессор) и панель управления с дисплеем и кнопками. Оператор с помощью панели управления может задавать режим литья (ручной, полуавтоматический, автоматический), устанавливать и изменять значения параметров, а также выбирать язык интерфейса. Для создания полноценной системы автоматизированного управления и диспетчеризации требуется установка OPC-сервера и удобной для пользователя SCADA-системы.

Диспетчеризация – связующее звено уровней автоматизированного управления предприятием, повышающее уровень эффективности его работы. Система управления и диспетчеризации технологическим процессом, включающая в себя OPC-сервер и SCADA-систему, предполагается наиболее приемлемым вариантом для установки на литейную машину и повышения эффективности ее работы.

Литература

1. Мусаев А.А., Шерстюк Ю.М. Автоматизация диспетчеризации производственных процессов промышленных предприятий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.szma.com/art21.pdf>, своб.
2. Энциклопедия АСУ ТП Спецификация OPC UA [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.bookasutp.ru/Chapter9_2_4.aspx, своб.
3. Козлецов А.П., Решетников И.С. Сбор данных в MES-системах. Основные подходы // Автоматизация производства. Рациональное управление предприятием. – 2013. – № 1. – С. 74–76.

**Маркина Галина Леонидовна**

Год рождения: 1968

Отдел информационного сопровождения открытых конкурсов
для государственных и муниципальных нужд

e-mail: gleomarg@mail.ru

**Шлей Михаил Дмитриевич**

Год рождения: 1986

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра информатики и прикладной математики, докторантСпециальность: 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка
информации (технические системы)

e-mail: mikhai.shlei@corp.ifmo.ru

**Кузнецова Ольга Валерьевна**

Год рождения: 1989

Отдел информационного сопровождения открытых конкурсов
для государственных и муниципальных нужд, к.т.н.

e-mail: ovkpbks@yandex.ru0

УДК 004.588

**СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРЕДПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НАУЧНЫХ
КОЛЛЕКТИВОВ ПРИ ПОДАЧЕ ЗАЯВОК НА УЧАСТИЕ В КОНКУРСНЫХ
ОТБОРАХ****Маркина Г.Л., Шлей М.Д., Кузнецова О.В.****Научный руководитель – д.т.н., профессор Стафеев С.К.**

В работе обозначены основные проблемы проверки заявок для участия в открытых конкурсах, грантах. Предложены решения по применению информационных технологий для проверки заявок, на примере проверки пересечения исполнителей, соответствия кодов государственного рубрикатора научно-технической информации.

Ключевые слова: автоматизированная система, информационные технологии, ключевые слова, метод экспертной оценки.

Научная деятельность в высшем учебном заведении является важным фактором в системе образования. Правильное соотношение педагогической и научной деятельности позволяет повысить качество подготовки студентов. Если преподаватель не ведет научную деятельность, то он не может успешно, на уровне современных требований обучать студентов уже потому, что преподаватель не видит возникающих проблем в определенной области, не испытывает сомнений и неясностей [1]. В связи с этим научная деятельность – это необходимое условие качественного образования.

Одной из стоящих перед вузом задач стоит развитие научной деятельности, в которую будут вовлечены не только научные сотрудники, но и профессорско-преподавательский состав совместно с аспирантами и студентами. Одним из путей

вовлечения сотрудников, аспирантов и студентов в научную деятельность является участие в конкурсах на получение научных грантов [2]. В Университете ИТМО помощь сотрудникам в подаче заявок на гранты осуществляет отдел информационного сопровождения открытых конкурсов для государственных и муниципальных нужд (ОИСОК).

Для этого используются информационные технологии, позволяющие публиковать объявления в новостной ленте портала, проводить первичную проверку документов на выявление формальных ошибок, таких как, например, совпадение коллектива, а также соответствия содержания разделов заявки тематике конкурса. Нахождение ошибок – это достаточно трудоемкий процесс, и его частичная автоматизация также освобождает время для проверки большего количества заявок, уменьшая тем самым риски отклонения проектов по формальному признаку.

В вузе была разработана автоматизированная подсистема «СППД/Руководитель проекта», входящая в комплекс подсистем Информационной системы управления университетом (ИСУ), позволяющая упорядочить процесс подачи заявок через ОИСОК. Разработана форма карточки заявки для заполнения сотрудником вуза. При сохранении карточки система проверяет содержащуюся в ней информацию, выводит сообщения об ошибках и необходимости внесения изменений, рекомендации по изменению информации. На рис. 1 представлен пример заполнения карточки заявки.

Карточка заявки

Статус заявки: Создана

Назад Сохранить изменения Сформировать заявку Удалить заявку

Карточка заявки

Номер заявки 428

Номер заявки в системе заказчика 16-12-9

*Конкурс / лот 13 оч...

*Наименование проекта Интелл...

*Исполнитель [137775] Вареников Денис Анатольевич, заместитель начальника отдела отдела информационной поддержки проектной деятельности уже участвует в другой заявке по данному конкурсу

*Исполнитель [153277] Иванов Виктор Владимирович, программист отдела информационной поддержки проектной деятельности уже участвует в другой заявке по данному конкурсу

*Руководитель проекта [159073] Шлей Михаил Дмитриевич, начальник отдела отдела информационной поддержки прое...

Ответственный исполнитель Выберите ответственного исполнителя

Контактные данные: *Телефон +7(812)232-28-51 Email mikhail.shlei@gmail.com

*Кафедра / отдел [381] Отдел информационной поддержки проектной деятельности

ГРНТИ [27.47.17] Математическая теория информации

*Заказчик Российский научный фонд

Приоритетное направление развития РФ Выберите приоритетное направление

*Исполнители [137775] Вареников Денис Анатольевич, заместитель начальника отдела отдела информационной поддержки проектной деятельности [153277] Иванов Виктор Владимирович, программист отдела информационной поддержки проектной деятельности

*Год 2016

Рис. 1. Заполнение карточки заявки

Проверка правильности заполнения полей выполняется при помощи методов контроля целостности данных в информационной системе. Это позволяет настроить свои уникальные правила проверки для каждого конкурса исходя из условий конкурсной документации. В качестве примера можно привести правило проверки количества используемых ключевых слов. Для заявок, подаваемых на конкурсы Российского научного фонда (РНФ) количество слов более 15, а для заявок, подаваемых по мероприятиям Федеральной целевой программы (ФЦП) количество слов или словосочетаний от 5 до 15. Правило проверки максимального количества участников научного коллектива (для РНФ количество не более 10 человек). Правило проверки пересечения членов научных коллективов на участие в одном гранте. По результатам

проверки заполненной карточки, пользователю выводится информация о наличии ошибок, в примере, представленном на рис. 1, это совпадение членов научного коллектива в одном гранте, что по условиям конкурса недопустимо.

Также на основе методов экспертных оценок, математической статистики и информационного моделирования был проведен анализ статистики поданных заявок и рассмотрены алгоритмы соответствия ключевых слов выбранным кодам государственного рубрикатора научно-технической информации (ГРНТИ). Для этого была разработана анкета, сформированная по результатам поданных проектов от университета. Всего в опросе принимали участие более 30 экспертов из разных областей наук, имеющих степени доктора наук и кандидата наук. Подбор экспертов осуществлялся следующим образом: анкета была распространена среди тех сотрудников университета, которые участвуют в подготовке проектов, знакомы с кодами ГРНТИ и имеют опыт в определенных научных областях. Разработанная анкета включала 98 кодов ГРНТИ с ключевыми словами по различным областям наук. Методом экспертной классификации была определена принадлежность ключевых слов к кодам ГРНТИ. Для одного кода экспертам было предложено от 3 до 23 ключевых слов. Были выделены общие ключевые слова, относящиеся к предложенному коду. По результатам проведенного анкетирования собранная информация была загружена в базу данных системы учета заявок и проведен анализ данных. В ходе анализа были выявлены наиболее часто используемые коды ГРНТИ и наиболее популярные ключевые слова. Например, часто используемым кодом ГРНТИ первого уровня, который отметило большее количество экспертов, является код – [29.00.00] Физика (рис. 2), а наиболее часто встречаемыми ключевыми словами является моделирование, нанофотоника [3].

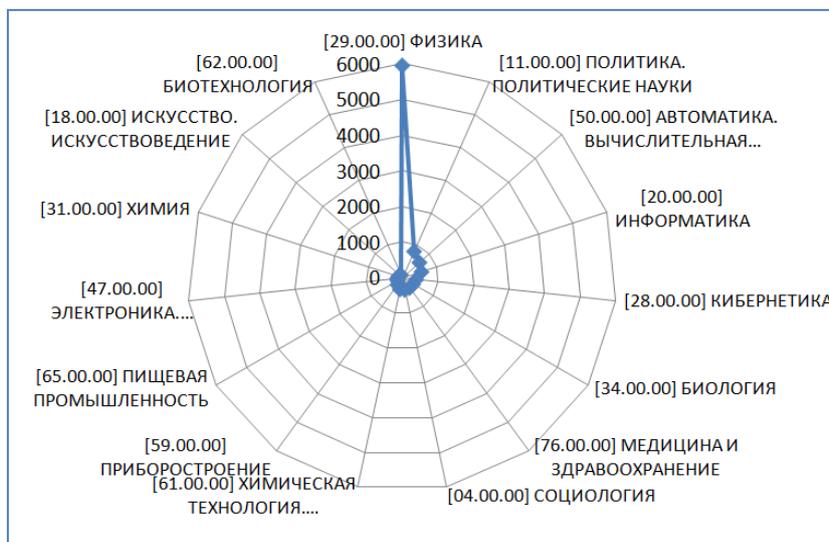


Рис. 2. Лепестковая диаграмма наиболее «популярных» кодов ГРНТИ

На основе сформированной базы данных был предложен метод определения оценки соответствия ключевых слов выбранным кодам ГРНТИ [3]. При введении кода ГРНТИ в карточке заявки пользователю системы предлагается список рекомендуемых общих ключевых слов. В случае, когда ни одно ключевое слово не подходит, пользователю необходимо внести новое слово. Если при заполнении карточки заявки вводятся новые ключевые слова, то осуществляется проверка введенных слов на соответствие коду ГРНТИ, либо одному из них, если введено несколько.

После внесения информации в карточку заявки информация переносится в общую базу заявок, которая находится в разработанной подсистеме «СППД/Картоотека заявок». Также предусмотрена возможность корректировки информации в подсистеме сотрудниками отдела. Данный ресурс позволяет сотрудникам ОИСОК оперативно

получать различные статистические данные, которые выводятся в системе и видны заинтересованным в данной информации сотрудникам университета, в том числе топ-менеджерам Университета ИТМО (рис. 3).

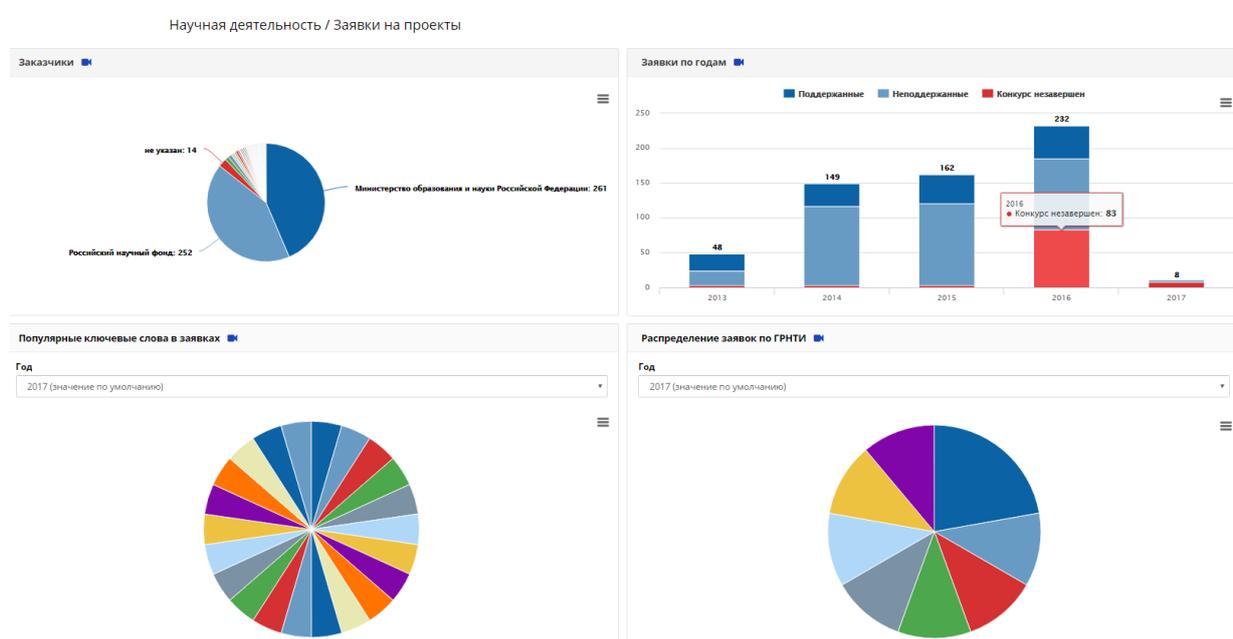


Рис. 3. Статистические данные о поданных заявках

В данном исследовании впервые были предложены количественные параметры для оценки качества заявки на основании формализованного описания тематики исследования и кодификаторов. В ходе экспериментального исследования было показано, что предложенные количественные оценки коррелируют с результативностью участия в конкурсах. В результате на основе разработанных методов и алгоритмов предложены новые программные решения, которые используются при проверке карточки заявки в подсистеме «Заявки на внешние проекты» университетской информационной системы. Эти решения успешно интегрированы в систему управления Университета ИТМО.

В дальнейшем планируется разработка оценки рейтинга научных коллективов на основе квалификации коллектива, которая будет включать публикационную активность научного коллектива, его состав, количество результатов интеллектуальной деятельности. Дальнейшее развитие средств автоматизации процесса оценки качества подаваемых заявок, систем анализа и визуализации потока научной деятельности, введение комплексных показателей будет способствовать объективизации оценки результативности научной деятельности.

Литература

1. Макарова Л.Н. Научная деятельность как необходимое условие продуктивности развития индивидуального стиля преподавателя вуза // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: гуманитарные науки. – 2010. – № 77(5). – С. 101–110.
2. Зосимова Л.А. Высшая школа: научная деятельность как необходимое условие качества образования // На пути к гражданскому обществу. – 2015. – № 2(18). – С. 73–76.
3. Маркина Г.Л., Шлей М.Д. Организация принятия решений в научно-образовательной сфере на примере системы управления проектами // Компьютерные инструменты в образовании. – 2016. – № 4. – С. 19–31.

**Мартынчук Илья Геннадьевич**

Год рождения: 1995

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра вычислительной техники, группа № Р3410Направление подготовки: 09.03.04 – Программная инженерия

e-mail: mt4.ilja@gmail.com

**Жмылёв Сергей Александрович**

Год рождения: 1992

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра вычислительной техники, аспирантНаправление подготовки: 09.06.01 – Информатика и вычислительная
техника

e-mail: korg@cs.ifmo.ru

УДК 004.75

**АРХИТЕКТУРА И ОРГАНИЗАЦИЯ СЕРВИСОВ АВТОМАСШТАБИРОВАНИЯ
В ОБЛАЧНЫХ СИСТЕМАХ****Мартынчук И.Г., Жмылёв С.А.****Научный руководитель – аспирант Жмылёв С.А.**

В работе рассмотрены основные принципы организации сервисов автомасштабирования в облачных системах с открытым исходным кодом. На основе имеющихся рекомендаций по выбору системы для организации облачных вычислений выбрана система для дальнейшего исследования. Для выбранной системы формализован алгоритм запуска виртуальных машин и составлена диаграмма функционирования сервиса автомасштабирования. Предложены рекомендации по улучшению сервиса автомасштабирования в выбранной системе.

Ключевые слова: облачные вычисления, сервис автомасштабирования, IaaS, виртуальные машины, OpenNebula.

Введение. На сегодняшний день облачные вычисления предоставляют возможность построения масштабируемых вычислительных систем, называемых облаками [1]. Часто в таких системах пользователю предоставлена возможность динамически добавлять или исключать узлы.

Для сохранения приемлемого уровня производительности и уменьшения совокупной стоимости владения облачные вычислительные системы должны адаптироваться к условиям часто меняющихся нагрузок [2]. Исходя из этого, в настоящее время актуальной является проблема построения сервисов автомасштабирования в облачных вычислительных системах.

Целью работы – формулирование рекомендаций по улучшению сервисов автомасштабирования в облачных вычислительных системах. Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующий ряд задач:

1. выявить принципы организации сервисов автомасштабирования в системах с открытым исходным кодом;
2. выбрать систему для анализа исходного кода;
3. составить диаграмму последовательностей функционирования сервиса автомасштабирования в выбранной системе.

- Задача 1. Поскольку техническая документация не обеспечивает должного уровня детализации структуры облачных систем, авторы обратились к исходным кодам. В результате анализа которых был составлен обобщенный алгоритм (рис. 1) функционирования сервисов автомасштабирования.

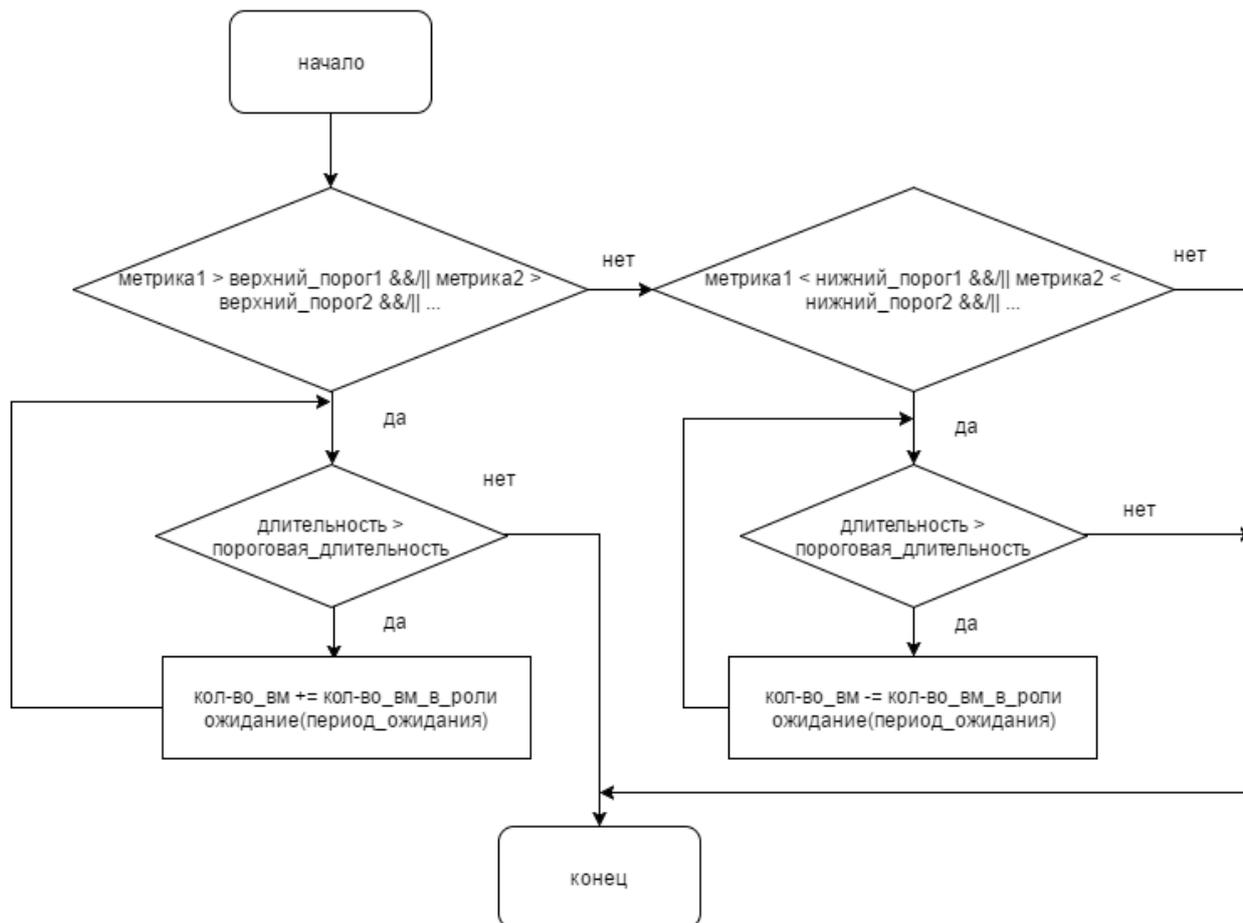


Рис. 1. Граф-схема алгоритма функционирования сервисов автомасштабирования

- Задача 2. В ходе работы был произведен сравнительный анализ систем, а также сформулированы рекомендации по выбору системы для организации облачных вычислений. Используя результаты сравнительного анализа и предложенные рекомендации, для анализа исходного кода выбрана система OpenNebula. Основными показателями при выборе послужили низкий вклад коммерческих организаций в разработку системы и низкие временные затраты на создание инфраструктуры.
- Задача 3. Построенный тестовый стенд включает две вычислительные системы под управлением ОС GNU/Linux версии debian 8.7. Узлы соединены в телекоммуникационную сеть с пропускной способностью 1 Гбит/с.

Построенная диаграмма последовательностей (рис. 2) описывает процесс запуска виртуальных машин.

Планировщик переводит виртуальную машину (ВМ) в состояние «ожидание» и помещает в очередь. Далее он выбирает подходящий узел, опираясь на количество доступных ресурсов, затем управляющий процесс переводит ВМ в состояние «PROLOG». На следующем этапе происходит перемещение образа диска ВМ на выбранный узел. За перемещение отвечает сервис, называемый менеджером транспортировки. Последним этапом является запуск ВМ на узле. Она переводится в состояние «загрузка», а с помощью менеджера ВМ настраиваются сетевые интерфейсы и производится непосредственно запуск.

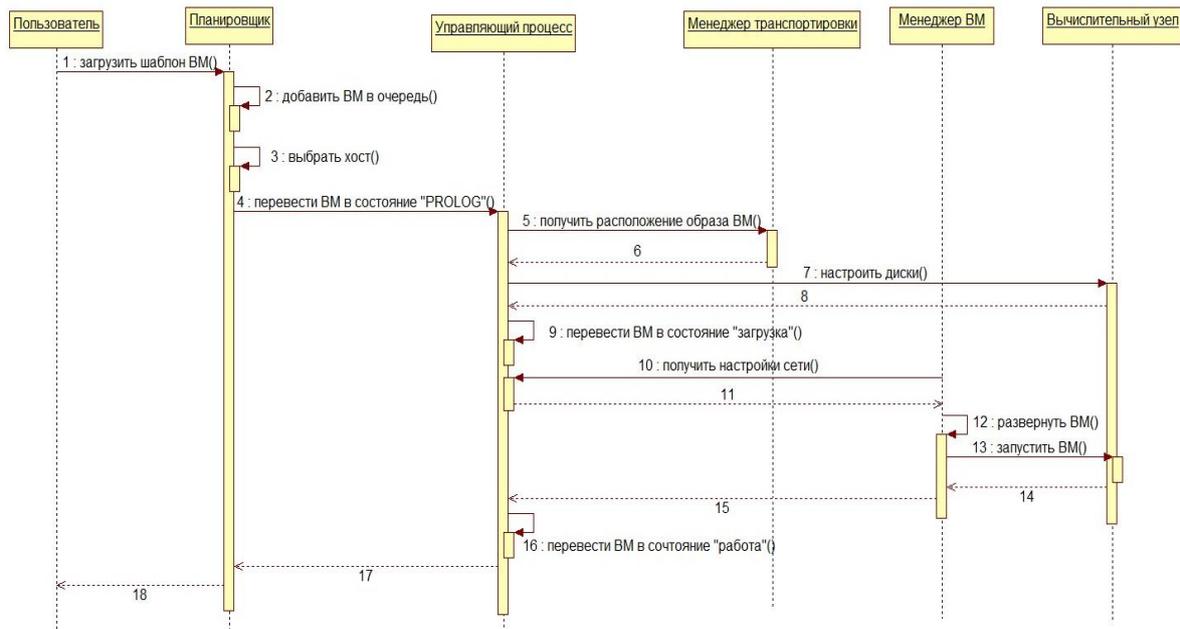


Рис. 2. Диаграмма последовательностей алгоритма запуска виртуальной машины системой OpenNebula

Рассмотренный алгоритм конкретизирует шаги 13 и 14 в полученной диаграмме последовательностей (рис. 3), описывающей порядок работы сервиса автомасштабирования и его взаимодействия с другими модулями системы OpenNebula.

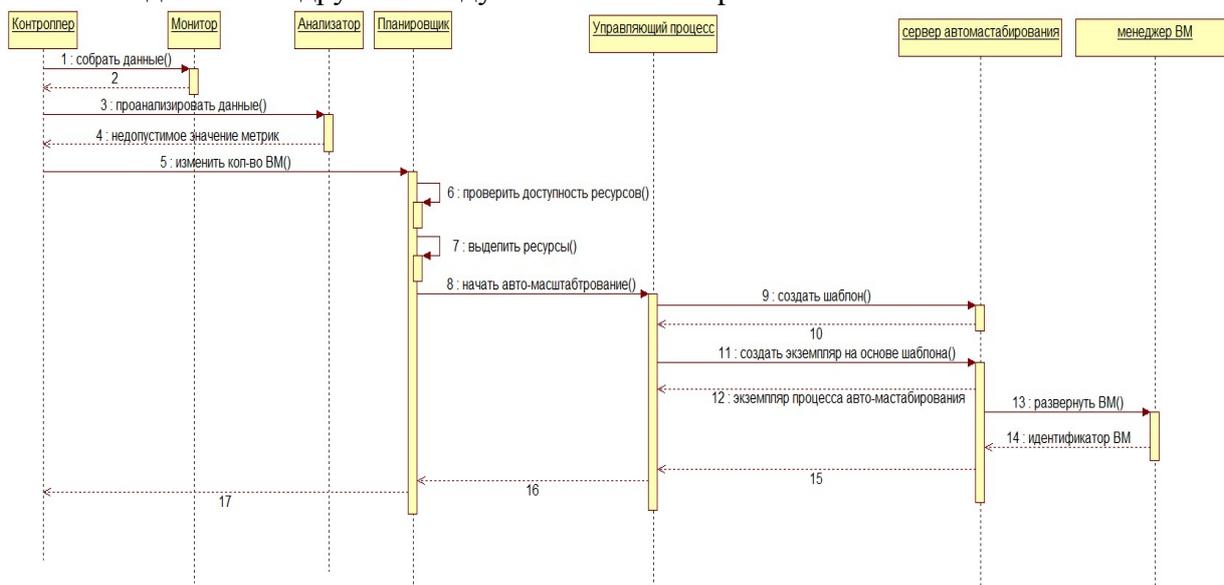


Рис. 3. Диаграмма последовательностей функционирования сервиса автомасштабирования в системе OpenNebula

Контроллер, монитор и анализатор являются компонентами сервиса мониторинга и сбора статистики. Они отвечают за определение необходимости масштабирования системы. При недопустимом значении какой-либо из метрик контроллер оповещает планировщика о том, что нужно изменить количество виртуальных машин. После чего сервис автомасштабирования производит запуск виртуальных машин по представленному (рис. 2) алгоритму.

Заключение. По завершению работы были достигнуты следующие результаты.

1. Выявлены основные принципы организации сервисов автомасштабирования в системах с открытым исходным кодом.
2. Выбрана система для дальнейшего использования в качестве модифицируемой.

3. Формализован алгоритм запуска виртуальных машин системой OpenNebula.
4. Составлена диаграмма последовательностей функционирования сервиса автомасштабирования в системе OpenNebula.

Основываясь на полученных результатах, сделан вывод, что сервис автомасштабирования в OpenNebula может быть улучшен за счет изменения или доработки используемых алгоритмов.

Например, если добавить в алгоритм математическую модель обслуживаемого потока, станет возможным расчет характеристик системы через заданные промежутки времени [3]. Это позволит эффективнее перераспределять вычислительные ресурсы.

Литература

1. Fox A., Patterson D. Engineering Software as a Service: An Agile Approach Using Cloud Computing. – Strawberry Canyon LLC, 2013. – 504 p.
2. Yau S.S., An H.G. Software Engineering Meets Services and Cloud Computing [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sis.pace.edu/~marchese/SE765/Paper/SE1.pdf>, своб.
3. Алиев Т.И. Основы моделирования дискретных систем. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2009. – 363 с.



Медунецкий Виктор Михайлович

Год рождения: 1957

Факультет систем управления и робототехники, кафедра технологии приборостроения, д.т.н., профессор
e-mail: vm57med@yandex.ru



Николаев Вячеслав Викторович

Год рождения: 1976

Факультет систем управления и робототехники, кафедра технологии приборостроения
e-mail: mak5@inbox.ru

УДК 004.02:621.86.06:658.512.22:681.7.02

АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЗАХВАТНЫХ УСТРОЙСТВ МАНИПУЛЯТОРОВ РОБОТОВ Медунецкий В.М., Николаев В.В.

Рассмотрены вопросы создания универсального захвата для манипуляторов автоматизированной технологической линии сборки линзовых микрообъективов с рассмотрением возможных (альтернативных) технических решений на основе анализа их конструкторско-технологических параметров. Проанализированы основные конструкции линзовых микрообъективов, технология их сборки, определены специальные требования к захватам. Предложена базовая схема универсального захвата для автоматизированной технологической линии.

Ключевые слова: автоматизация, технологические линии, захваты манипуляторов, сопоставление технических решений.

Развитие техники направлено на миниатюризацию механических и оптико-механических устройств, при повышении требований к качеству изделий и снижении себестоимости производства. Учитывая, что множество механических, оптико-механических систем выпускается большими сериями, автоматизация производства указанных систем становится актуальной

технической (технологической) задачей. Кроме этого, автоматизация позволяет существенно снизить требования к квалификации и количеству производственного персонала, задействованного в производстве механических устройств. В работах [1, 2] подробно рассмотрены основные составные части автоматизированной технологической линии. Автоматизированная (или в гибком варианте – роботизированная) линия имеет ряд специализированных рабочих станций, которые, в свою очередь, объединяются в технологическую линию посредством технологического транспорта. Каждая из рабочих станций оснащается 4-х осевыми манипуляторами, например, Adept Cobra S600, задача которых обеспечить весь диапазон необходимых транспортных и технологических операций с линзами, деталями, узлами и подборками микрообъективов. Созданию линзовых микрообъективов дифракционного качества посвящено множество работ и публикаций [3, 4]. В результате проведенных исследований и разработок определена конструкция базового линзового микрообъектива. Особенностью предложенной базовой конструкции является то, что вся оптическая система предварительно собирается в общей оправе. Для обеспечения дифракционного качества объектива при его сборке необходимо обеспечить угловое позиционирование компонентов объектива согласно полученным данным в рамках системы виртуальной сборки [2]. Кроме этого, необходимо обеспечить взаимную сборку деталей, имеющих резьбовые соединения. Характеристики деталей и узлов базового микрообъектива приведены в табл. 1. Отличительной особенностью элементов микрообъектива является то, что они являются телами вращения, имеющие доступные для захвата участки наружного или внутреннего диаметров. Кроме этого, из табл. 1 можно сделать вывод, что в общем случае есть корреляция между диаметром элемента и его массой, т.е. с ростом диаметра увеличивается масса компонента микрообъектива.

Таблица 1. Характеристики деталей и узлов базового микрообъектива

Тип элемента	Поверхность для захвата	Масса, г	Особенности
Линза	Наружный диаметр 5–15 мм	0,2–2	Установка в оправу
Оправа	Внутренний диаметр 12–16 мм	1–10	
Оправа с линзой	Внутренний диаметр 12–16 мм	1–12	Крутящий момент, угловая привязка
Кольца	Наружный диаметр 14–30 мм Внутренний диаметр 12–16 мм	2–20	
Гайка, бленда	Наружный диаметр 14–30 мм Внутренний диаметр 12–20 мм	1–10	Крутящий момент
Общая оправа, корпус	Наружный диаметр 18–25 мм Внутренний диаметр 14–20 мм	10–80	Крутящий момент, угловая привязка
Микрообъектив	Наружный диаметр 25–30 мм Длина ≤ 50 мм	30–100	Вертикальная сборка

На основании проведенного анализа требований, предъявляемых к захватному устройству манипулятора автоматизированной технологической линии, предложено два варианта реализации захвата (рис. 1).

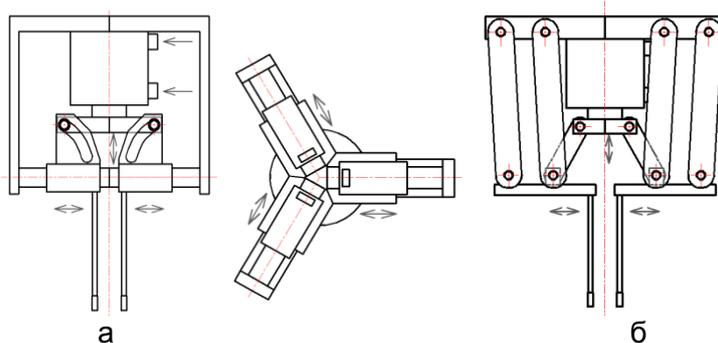


Рис. 1. Вариант 1 (а) и вариант 2 (б) захватного устройства

Вариант 1 содержит три штыревые губки, жестко закрепленные на скользящих каретках, приводимых и синхронизируемых вилкой, закрепленной на штоке двухходового пневмоцилиндра. Осевое перемещение вилки преобразуется в горизонтальное перемещение кареток посредством пальцев, на которых закреплены ролики, и криволинейного паза, форма которого выбирается исходя из требуемого изменения усилия от геометрического размера детали. Давление в пневмоцилиндре на сжатие и разжим губок может настраиваться независимо друг от друга. Это позволяет обеспечить одинаковые усилия для захвата за наружный или внутренний диаметры элементов микрообъективов. Вариант 2 отличается способом создания плоскопараллельного движения штыревых губок, а также способом синхронизации и обеспечения нелинейной зависимости усилия от давления в пневмоцилиндре.

Для сравнения и сопоставления двух вариантов, выявления преимуществ и недостатков при использовании в автоматизированной технологической линии, авторами использована разработанная и апробированная методика качественно-количественной оценки технических решений [5]. Данная методика предназначена для специалистов-разработчиков механических систем, осуществляющих обоснованный выбор технических решений из ряда альтернативных в условиях объективной неопределенности и субъективности выбора. Методика направлена на повышение уровня качества проектируемых технических изделий, закладываемых на этапах проектирования, путем повышения объективности обобщенной разносторонней информации.

Согласно предложенной методике вариант 1 захватного устройства был взят в качестве базового технического решения (P1), относительно которого производилась оценка варианта 2 (P2). Поскольку сравниваемые варианты имеют схожие зависимости усилия от хода губки, а также имеют ряд одинаковых узлов, в качестве основного показателя качества (ОПК) был выбран ресурс работы захватного устройства. В качестве важных показателей качества (ВПК) были приняты: стоимость изготовления, безотказность, кинематическая точность (табл. 2).

Таблица 2. Результаты качественной оценки захватных устройств экспертами

Захват	ОПК Ресурс				ВПК1 Стоимость изготовления				ВПК2 Безотказность				ВПК3 Кинематическая точность				Σ балл
	Э1	Э2	Э3	Э4	Э1	Э2	Э3	Э4	Э1	Э2	Э3	Э4	Э1	Э2	Э3	Э4	
Вар. 1	Э1	Э2	Э3	Э4	Э1	Э2	Э3	Э4	Э1	Э2	Э3	Э4	Э1	Э2	Э3	Э4	78
	5	5	5	5	6	7	5	5	4	3	3	4	5	6	8	2	
Вар. 2	Э1	Э2	Э3	Э4	Э1	Э2	Э3	Э4	Э1	Э2	Э3	Э4	Э1	Э2	Э3	Э4	96
	7	6	8	7	5	6	4	5	8	7	7	8	4	4	5	5	

По результатам качественной оценки экспертами выявлено, что предпочтительное техническое решение П1 – вариант 2.

Для количественного сравнения технических решений были определены конструктивно-технологические параметры (КТП) (табл. 3), оказывающие влияющие на ОПК/ВПК.

Таблица 3. Количественная оценка захватных устройств

Захват	КТП1 Число деталей	КТП2 Число подвижных соединений	КТП3 Число точных поверхностей	КТП4 Число пар трения
Вар. 1	18	6	27	6
Вар. 2	26	15	36	18

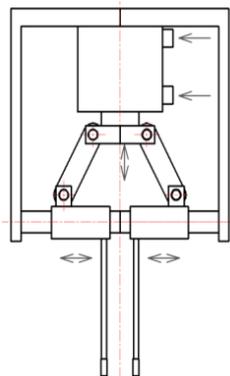


Рис. 2. Вариант 3 захватного устройства

По результатам количественной оценки выявлено, что предпочтительным техническим решением П2 является вариант 1. С учетом качественных и количественных оценок, получены различные предпочтительные решения (П1≠П2) на разных этапах согласно методики. На основании анализа оценок предложен вариант 3 (рис. 2) захвата, в котором устранены недостатки вариантов 1 и 2.

В результате анализа конструкций элементов линзовых микрообъективов определены основные требования к захватным устройствам манипуляторов автоматизированной технологической линии сборки линзовых микрообъективов. Выполнено сравнение возможных технических решений на основе анализа их конструкторско-технологических параметров. Определена базовая схема универсального захвата для роботизированной технологической линии сборки микрообъективов.

Литература

1. Падун Б.С., Латыев С.М. Интегрированная система автоматизации сборки микрообъектива // Изв. вузов. Приборостроение. – 2010. – Т. 53. – № 8. – С. 34–39.
2. Латыев С.М., Смирнов А.П., Воронин А.А. и др. Концепция линии автоматизированной сборки микрообъективов на основе адаптивной селекции их компонентов // Оптический журнал. – 2009. – № 7(76). – С. 79–83.
3. Латыев С.М., Табачков А.Г., Фролов Д.Н., Резников А.С. Унификация оптических и механических конструкций линзовых микрообъективов // Изв. вузов. Приборостроение. – 2011. – Т. 54. – № 11. – С. 14–21.
4. Табачков А.Г., Латыев С.М., Фролов Д.Н. Унификация конструкций линзовых микрообъективов // Оптический журнал. – 2011. – № 1(78). – С. 38–44.
5. Медунецкий В.М., Николаев В.В. Методика оценки уровня качества механических изделий в процессе их проектирования // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2016. – Т. 16. – № 6. – С. 1128–1132.



Меженин Александр Владимирович

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра графических технологий, к.т.н., доцент
e-mail: mejenin@mail.ru



Гуляева Кристина Игоревна

Год рождения: 1991

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра графических технологий, группа № P4170

Направление подготовки: 09.04.02 – Информационные системы
и технологии

e-mail: blacklisa2000@mail.ru

УДК 004.925

МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ INDOOR-НАВИГАЦИИ

Меженин А.В., Гуляева К.И.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Меженин А.В.

В работе рассмотрены вопросы выбора метода построения indoor-навигации на современных мобильных устройствах. Проведено сравнение методов построения.

Ключевые слова: indoor-навигация, способы реализации систем позиционирования, производительность системы позиционирования.

Популярность indoor-навигации значительно возросла за последнее десятилетие. В настоящее время многие исследования направлены на разработку новых навигационных систем в помещении или на повышение точности уже существующих [1–5].

К сожалению, определенного метода для построения систем внутренней навигации еще нет, поэтому этот тип систем еще не является настолько общедоступным, как те, которые используются для наружной навигации.

Для того чтобы перемещаться в пределах здания, необходимо сначала определить свое текущее местоположение. Особое значение имеют два фактора позиционирования: точность и быстрота ответа. Эти факторы важны для случая, в котором устройство является стационарным, и для случая, в котором устройство движется.

Существуют два различных способа реализации системы позиционирования: позиционирование на устройстве и удаленное.

В позиционировании на устройстве, физическое расположение определяется на устройстве пользователя, используя переданные сигналы от наземных или спутниковых радиомаяков. Известное местоположение пользователя может использоваться приложениями и службами, работающими на его мобильном устройстве.

В удаленном позиционировании, местоположение устройства определяется на стороне сервера с помощью сигналов, испускаемых пользовательским устройством. Затем местоположение либо используется сервером в системе отслеживания, либо передается обратно в устройство.

Производительность системы позиционирования, как правило, оценивается по четырем различным аспектам: точность, целостность, доступность и непрерывность. *Точность* системы отвечает за вероятность того, что пользователь в данный момент времени находится в определенном месте. *Целостность* системы отвечает за вероятность того, что погрешность точности находится в заданных пределах. *Доступность* системы – это ее способность отвечать требованиям точности и целостности одновременно. *Непрерывность* системы отвечает за минимальный интервал времени, в течение которого она доступна пользователю.

Позиционирование в беспроводных сетях можно реализовать несколькими способами.

– Метод «цифровых отпечатков» сигналов Wi-Fi/Bluetooth. Данный метод основан на сравнении измеренных в реальном времени мощностей сигнала от окружающих Wi-

Fi/BLE (Bluetooth Low Energy) точек с заранее измеренными значениями, привязанными к карте помещения. Точность данного метода около 5 м, занимает много времени для реализации (рис. 1).

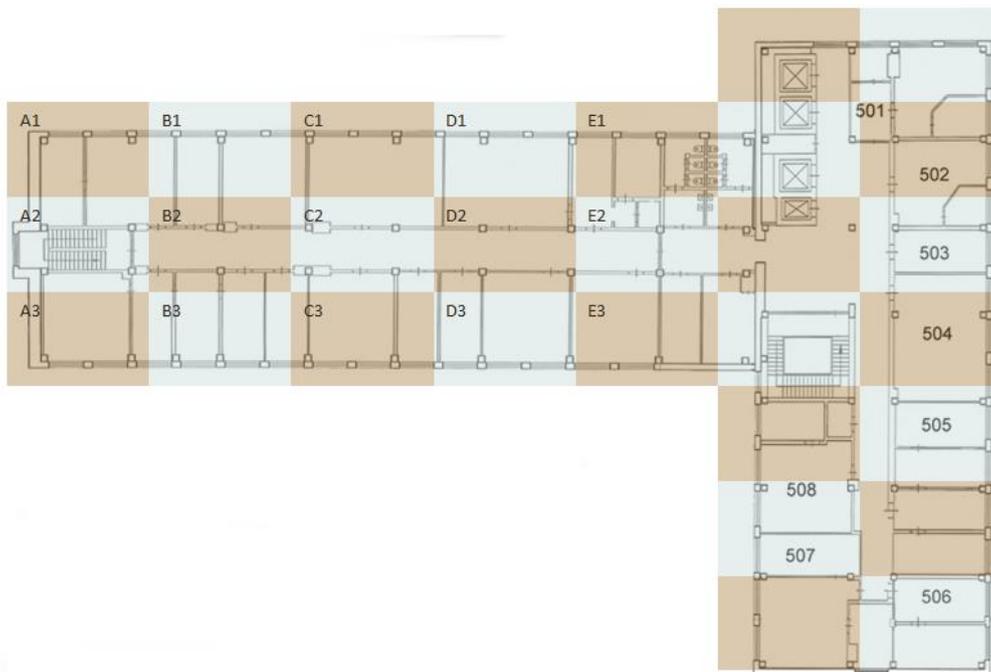


Рис. 1. Пример «разбиения» помещения для метода «цифровых отпечатков»

- Метод трилатерации. В среде с известными потерями распространения сила сигнала может быть преобразована непосредственно в дистанцию. В свободном пространстве сила сигнала изменяется в зависимости от обратной величины квадрата расстояния от передатчика к приемнику. Данный метод является довольно информативным. При правильном развесе точек доступа он позволяет с высокой вероятностью определить координату клиента с точностью 3–7 м. Он также прост в реализации. Необходимо, чтобы устройство было в видимости минимум трех передатчиков (рис. 2).

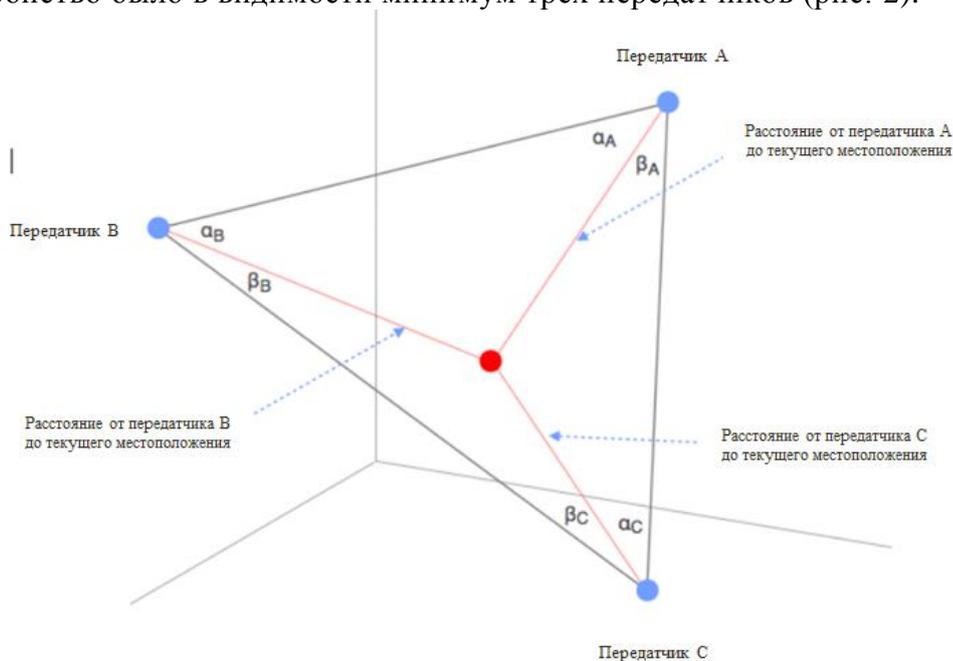


Рис. 2. Метод трилатерации

- Метод точечного позиционирования с помощью Bluetooth-маячков. Данный метод используется для стационарных устройств. В нем используются маячки с маленьким

радиусом распространения сигнала (рис. 3). Все маячки строго привязаны к карте помещения и, когда на устройство поступает ID-номер маячка, то на карте отображается его местоположение. Данный метод самый простой для реализации, но он подходит только для позиционирования, но не для навигации.

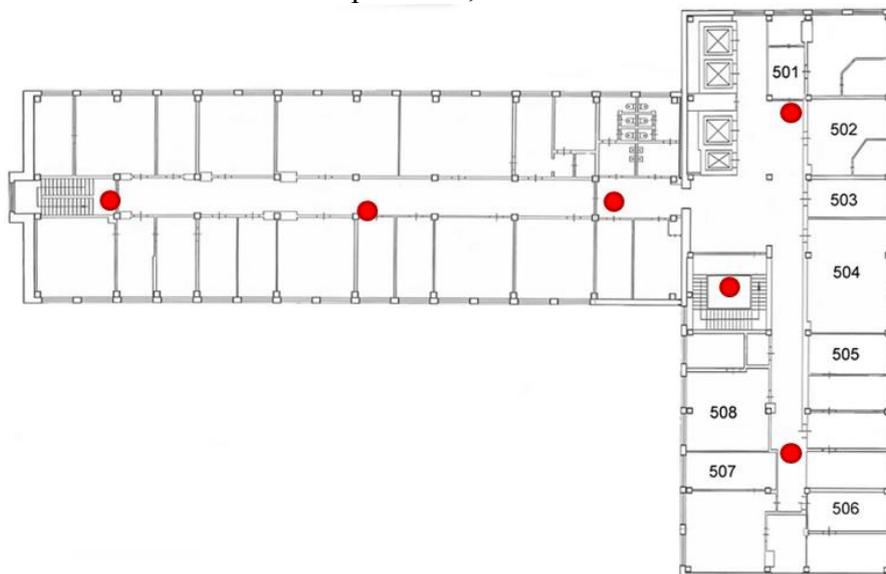


Рис. 3. Пример расположения Bluetooth-маячков для точечного позиционирования

В дальнейшем планируется создание мобильного приложения с использованием одного из вышеприведенных методов.

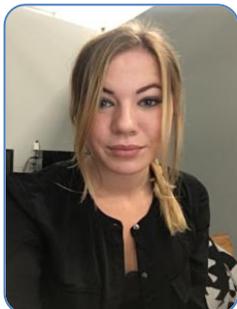
Литература

1. Харвин М. Indoor Positioning System – Высокоточная Система Позиционирования Внутри Помещений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://blog.jammer.su/2014/02/indoor-positioning-system-pozicionitovanie-v-pomesheniyach/>, своб.
2. Indoor Positioning Systems based on BLE Beacons [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ja-si.com/ble-beacons/indoor-positioning-system/>, своб.
3. Меженин А.В., Извозчикова В.В., Ковалевский А.В. Технологии и методы систем Indoor навигации // Перспективы развития современных математических и естественных наук: сб. научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. – 2015. – Т. 2. – С. 100–103.
4. Indoor навигация и позиционирование – доводилось ли вам «терять» машины на парковке? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habrahabr.ru/company/sap/blog/267433/>, своб.
5. Фальков Е.В., Романов А.Ю. Применение маячков Beacon и технологии Bluetooth Low Energy для построения систем навигации в зданиях // Новые информационные технологии в автоматизированных системах. – 2015. – № 18. – С. 62–65.



Меженин Александр Владимирович

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра графических технологий, к.т.н., доцент
e-mail: mejenin@mail.ru

**Короткова Наталья Дмитриевна**

Год рождения: 1994

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра графических технологий, группа № P4270Направление подготовки: 09.04.02 – Информационные системы
и технологииe-mail: kornata13@outlook.com

УДК 004. 925

**МЕТОДЫ ВЕКТОРНОЙ АНИМАЦИИ ПРИ СОЗДАНИИ ВИЗУАЛИЗАЦИЙ
ТЕХНИКИ ЖИВОПИСИ КАНДИНСКОГО****Меженин А.В., Короткова Н.Д.****Научный руководитель – к.т.н., доцент Меженин А.В.**

В работе рассмотрена техника плавной анимации и эффекта Reveal с помощью программ Adobe Illustrator и Adobe After Effects. За основу работы было взято видео 1926 года, на котором художник Василий Кандинский рисует один из своих эскизов. Цель работы – с помощью Adobe Illustrator и Adobe After Effects перевести картину в вид векторной графики, и анимировать движение, имитирующее рисование эскиза параллельно с оригиналом видео.

Ключевые слова: компьютерная анимация, векторная анимация, Adobe Illustrator, Adobe After Effects.

В современном мире искусств все большую популярность набирают выставки и экспозиции, содержащие в себе интерактивные элементы. В данной работе была рассмотрена возможность оживления картин путем покадровой анимации, плавной анимации и эффекта Reveal с помощью программ Adobe Illustrator и Adobe After Effects. Как известно, векторная графика – способ представления объектов и изображений в компьютерной графике, основанный на математическом описании элементарных геометрических объектов, обычно называемых примитивами, таких как: точки, линии, сплайны, кривые Безье, круги и окружности, многоугольники [1]. В программе Adobe After Effects слой или эффект слоя анимируется путем изменения одного или нескольких его свойств с течением времени. Свойства слоя анимируются с помощью ключевых кадров, выражений или обоих этих параметров [1].

Многие шаблоны настроек анимации включают ключевые кадры и выражения. Это позволяет применить конкретный шаблон настроек к слою, чтобы быстро получить сложную анимацию. Работа с ключевыми кадрами и выражениями в After Effects ведется в одном из двух режимов: панель слоев или редактор диаграмм. По умолчанию используется режим панели слоев, в котором слои представлены в виде панелей продолжительности, а ключевые кадры и выражения выровнены по вертикали с их свойствами на панели «Таймлайн». В режиме редактора диаграмм панели слоев не отображаются, но отображаются графики значений или диаграммы скорости с ключевыми кадрами и результатами выражений [2]. Ключевые кадры используются для задания параметров движения, эффектов, аудио и других свойств, которые обычно изменяются с течением времени. Ключевой кадр обозначает определенный момент времени, где задается значение для свойства слоя, такое как положение в пространстве, степень прозрачности или громкость звука. Значения между ключевыми кадрами интерполируются (рис. 1). При создании изменений с течением времени на основе ключевых кадров, как правило, используется не менее двух ключевых кадров: один содержит состояние в начале изменения, а второй – новое состояние в конце изменения [2].

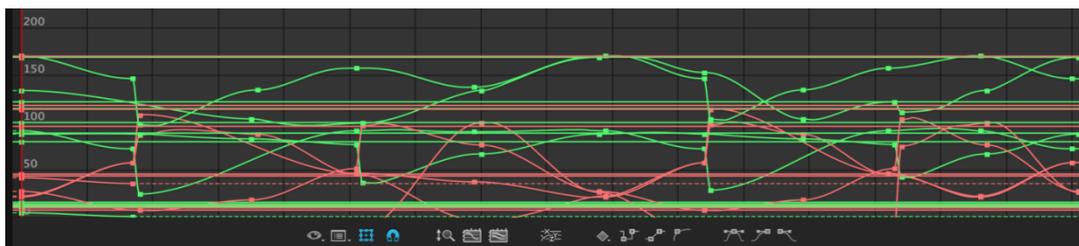


Рис. 1. Ключи анимации

За основу работы было взято видео 1926 года, на котором художник Василий Кандинский рисует один из своих эскизов. **Цель работы** – с помощью Adobe Illustrator и Adobe After Effects перевести картину в вид векторной графики, и анимировать движение, имитирующее рисование эскиза параллельно с оригиналом видео.

Рассмотрим подробнее процесс выполнения поставленной задачи. Для начала работы, полученная в видео картина, была воссоздана и разбита на отдельные слои в программе Adobe Illustrator.

Далее единым документом все слои были перенесены в Adobe After Effects и добавлены в новую композицию. Следующая задача – анимировать движение кисти, имитирующее рисование эскиза параллельно с оригиналом видео. Для этого была использована техника плавной анимации и эффект Reveal. Эффект Reveal – позволяет добиться последовательного и плавного появления изображения на экране. Необходимо отметить, что Adobe After Effects не позволяет изменить слой непосредственно в композиции. Для того чтобы рисовать в слое, нужно перейти непосредственно в слой, путем двойного по нему нажатия, именно поэтому важно разделять редактируемые элементы на слои. В настройках кисти, важно изменить строку Длительности, выбрать в нем режим – Один кадр. Этот режим как бы записывает движение кисти по слою. Далее выполняется закрашивание рисунка белым цветом кисти, не отпуская левую кнопку мыши. В результате получается эффект исчезающего со временем рисунка. Чтобы добиться обратного эффекта появления, потребуется открыть панель эффектов и к выбранному слою применить эффект CC Composite.

Именно применение этого эффекта позволяет добиться плавного появления изображения на экране. Этот метод применяем ко всем слоям, требуемым подобного редактирования. Затем была проведена проверка ключей, отвечающих за время и отредактировать их расположение на временном отрезке, опираясь на оригинальную работу художника. Для большей наглядности оригинальное видео было совмещено с анимированной работой (рис. 2).

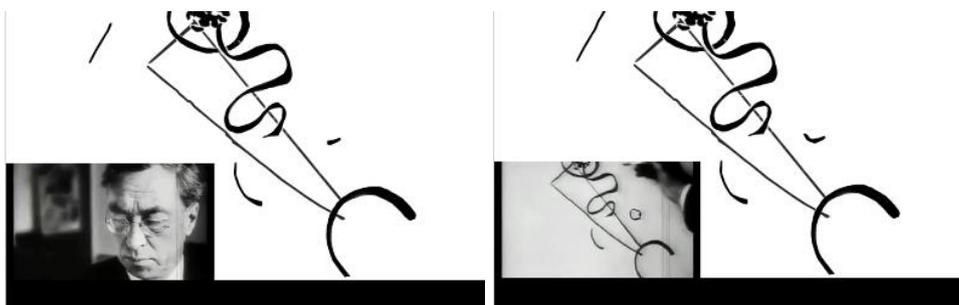


Рис. 2. Кадры итоговой работы

Подобная техника легко может быть применима к работам многих художников. Плавная анимация позволяет воссоздать процесс создания произведений, как бы наблюдая со стороны за работой художника. Данная техника применима как к восстановлению видео, так и к анимации статичных изображений. Данная техника будет выгодно выделяться на многих выставках и экспозициях.

Литература

1. Хитрук Ф. Профессия – аниматор. – Т. 1. – М.: Гаятри, 2007. – 304 с.
2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://video.demiart.ru/books/after_effects_cc.pdf, своб.

**Меженин Александр Владимирович**

Год рождения: 1959

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра графических технологий, к.т.н., доцент

e-mail: mejenin@mail.ru

**Кочергина Александра Михайловна**

Год рождения: 1993

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра графических технологий, группа № P4270Направление подготовки: 09.04.02 – Информационные системы
и технологии

e-mail: kotch.sasha@gmail.com

УДК 004.93'12

МЕТОДЫ СОЗДАНИЯ ЭФФЕКТИВНЫХ ГРАФИЧЕСКИХ ПРИЛОЖЕНИЙ В WEB**Меженин А.В., Кочергина А.М.****Научный руководитель – к.т.н., доцент Меженин А.В.**

В работе рассмотрены вопросы выбора средств реализации графических приложений, визуализирующих большие объемы данных. Проведен анализ производительности графики для разных видеокарт и браузеров.

Ключевые слова: WebGL, анализ производительности, WEB.

Активно развивающимся направлением является визуализация больших объемов данных. Графическое представление статистических данных позволяет повысить эффективность их понимания, сделать процесс получения информации более легким и доступным. В данном случае реализация подобной задачи с помощью 3D-технологий увеличивает разнообразие возможных решений, позволяет раскрыть аспект интерактивности в большей степени.

Технология WebGL дает обширные возможности для работы с визуализацией больших объемов данных [1]. Сейчас WebGL поддерживается практически любым устройством и работает достаточно стабильно и быстро даже на мобильных устройствах [2]. Однако использование подобной технологии требует ряда предварительных исследований. Один из самых важных моментов – это измерение производительности. Для проектирования эффективного графического приложения, необходимо изначально знать параметры, при которых приложение будет работать. Кроме того, подобный предварительный анализ позволяет понять, насколько реализация задачи в принципе целесообразна, имеет смысл. Вторым, не менее важным моментом, является подбор правильных вспомогательных инструментов. Именно оптимальный набор технических средств, участвующих в разработке, гарантирует скорость и качество выполняемой работы.

Перед началом работы был создан эскиз будущего приложения на базе WebGL (рис. 1, а). Основная цель приложения – демонстрация возможностей используемых технологий. На эскизе представлена карта, на которой в разных ее координатах расположены столбчатые диаграммы, отображающие некоторые условные данные. Предполагается, что данные будут обновляться с некоторой периодичностью, что

соответствующим образом будет отображаться на диаграммах. Данная модель может являться прототипом для приложений, решающих задачи визуализации различных статистических данных.

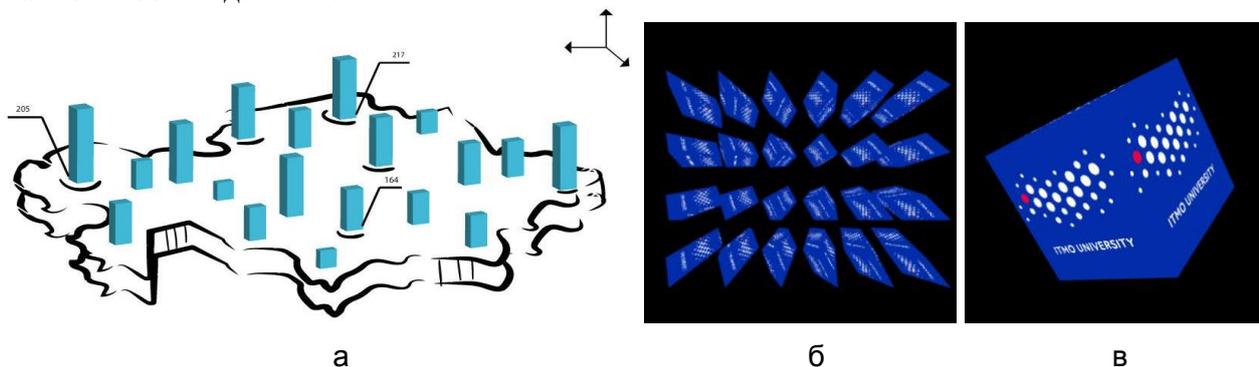


Рис. 1. Эскиз приложения (а); анимация (б, в)

Следующий этап – измерение производительности. Для анализа производительности была создана анимация, представляющая из себя несколько вращающихся вокруг своей оси кубов (рис. 1, б, в). Измерение и анализ производительности производился для браузеров – Chrome, FireFox и Opera. Для измерения fps был разработан скрипт, который записывает каждое полученное значение в массив, а затем производится результирующий подсчет усредненного значения (среднее арифметическое). Задаваемая скорость анимации – 30, 60, 100 кадров/с. Тестирование производилось на 6 разных видеокартах разных годов выпуска и мощностей. Общие результаты измерений приведены на рис. 2.

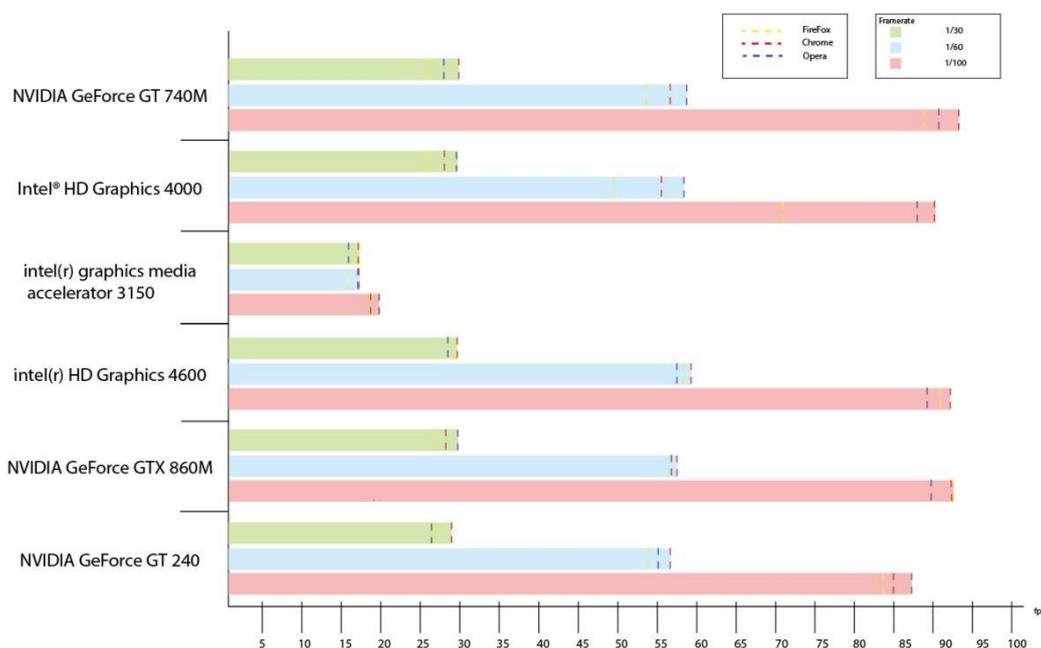


Рис. 2. Гистограмма производительности

Как видно, пять из шести видеокарт имеют существенную разницу между показателями fps и частотой анимации только для 100 кадров/с. Для заведомо слабой видеокарты intel® graphics media accelerator 3150 разница является критической уже для 60 кадров/с. Также видно, что в большинстве экспериментов лидирующим браузером является Google Chrome.

Далее был рассмотрен вопрос подбора библиотек для работы с WebGL. WebGL облегчает и разработку трехмерных приложений (не нужно самостоятельно

пересчитывать матрицы вершин объектов и просчитывать видимость граней), но для непосвященного пользователя и такой стиль записи слишком сложен. Для создания простого куба придется написать порядка 85 строчек кода. Поэтому первый критерий, который был выделен для проводимого анализа – объемность кода. А также связанные с ним параметры – простота, документация, примеры. Эти параметры безусловно важны в данном контексте, потому что цель библиотеки – упростить разработку, таким образом, входной порог в выбираемую технологию должен быть достаточно низок. Следующие параметры – открытый код, GUI-редактор. Эти параметры расширяют возможности библиотеки, делают взаимодействие с ней более гибким. Последний пункт – это поддержка. Под этим подразумевается наличие регулярных обновлений библиотеки, исправления багов, возможность обратиться за помощью, наличие сформировавшейся группы пользователей и достаточного большого количества выполненных приложений.

Для анализа были выбраны четыре библиотеки, которые на данный момент являются наиболее используемыми. Другие же библиотеки, например, GLGE, C3DL, Copperlicht, SpiderGL, gwt-g3d (обертка для GWT), SceneJS, X3DOM, Processing.js, Turbulenz, OSGJS, XB PointStream, CubicVR.js были отсеяны на раннем этапе ввиду очевидного проигрышного положения в данном случае. Ниже приведена таблица с результатами исследований.

Таблица. Библиотеки для работы с WebGL

	Простота, документация, примеры	Объемность кода	Открытый код	GUI-редактор/ (наличие, добавление)	Поддержка
PlayCanvas	+	+/-	+	+/- (платный)	+/-
Go Engine	+/-	+	+	+/- (платный)	+
Babylon.js	+/-	+/-	+	+/-	+/-
Three.js	+	+/-	+	+/-	+

Помимо библиотек, представленных выше, были изучены библиотеки, предназначенные для визуализации данных: d3, philogl, pixiJS, sigmaJS, visJs и некоторые другие. Все библиотеки имеют свои достаточно узкоспециализированные плюсы и минусы, многие не поддерживают 3D-графику. Был сделан вывод, что наиболее удобны для работы с WebGL будут две библиотеки: philogl и d3.

Philogl – это фреймворк WebGL, созданный специально для визуализации данных. Кроме того, он также упрощает написание кода и имеет обширную документацию [3, 4]. D3 – это библиотека также ориентированная на работу с данными и их визуальное представление. Минус этой библиотеки в том, что она используется для создания только 2D-графики. Но при использовании совместно d3 и three.js, рассмотренной ранее, можно создавать полноценные динамические 3D-сцены.

Литература

1. Тозик В.Т., Меженин А.В. Образовательные сервисы на платформе SWG, HTML5 и WEBGL // Материалы Международной научно-практической конференции «Новые информационные технологии в образовании». – 2011. – Ч. 2. – С. 12–15.
2. Мацуда К., Ли Р. WebGL. Программирование трехмерной графики. – Изд-во: ДМК Пресс, 2015. – 494 с.
3. Портинирование Android-приложения на WebGL [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habrahabr.ru/post/315736/>, своб.
4. Matti Anttonen, Arto Salminen Building 3D web applications // Tampere University of Technology. – 2011.



Меженин Александр Владимирович

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра графических технологий, к.т.н., доцент
e-mail: mejenin@mail.ru



Трушин Василий Алексеевич

Год рождения: 1991
Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра графических технологий, аспирант
Направление подготовки: 09.06.01 – Информатика и вычислительная
техника
e-mail: vasilii.trushin@gmail.com

УДК 004.93; 004.92

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА РЕЗУЛЬТАТОВ ФОТОГРАММЕТРИИ

Меженин А.В., Трушин В.А.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Меженин А.В.

Рассмотрены вопросы оценки качества результатов фотограмметрии, критерии и количественные характеристики. Для проведения экспериментов предложено использовать виртуальную студию, имитирующую процесс фотосъемки. Математический аппарат сравнения основан на метрике Хаусдорфа.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, фотограмметрия, трехмерное сканирование.

В современной науке и индустрии широко используются трехмерные модели всевозможных физических объектов. Один из способов получения таких моделей – моделирование вручную по опорным материалам (чертежи, изображения). Однако такой способ не всегда подходит, он требует наличие документации, часто большого количества времени и сотрудников при больших объемах моделирования. В таких случаях используют полуавтоматические методы. Например, лазерное сканирование, позволяющее получать весьма подробный результат, однако, большой минус такого метода – необходимость специального дорогостоящего оборудования. К полуавтоматическому методу относится и фотограмметрия, которая позволяет реконструировать трехмерные объекты по фотоизображениям. Для получения материалов для такого метода достаточно иметь фотоаппарат, что в техническом плане намного дешевле и проще лазерного сканирования.

Фотограмметрия используется в широком спектре различных задач – от топографии до киноиндустрии и защиты окружающей среды. В технических областях возникают задачи по получению трехмерной модели той или иной детали, части механизма для оценки ее формы, износа, произошедших механических изменений. Производители программного обеспечения, использующего методы фотограмметрии, дают некоторые советы по проведению фотосъемки, но часто этой информации недостаточно.

И одна из важных проблем при решении подобных задач – предварительная оценка объемов исходных материалов для получения качественного результата [1, 2]. Какое количество фотоизображений необходимо, как лучше выставить освещение, если есть

такая возможность и пр. Для решения данных вопросов авторами предложено провести ряд экспериментов, проанализировать результаты и вывести рекомендации по организации съемочного процесса для некоторых типов объектов. И проведение этих экспериментов проводить в так называемой виртуальной студии в среде 3ds Max для того, чтобы обеспечить одинаковые условия (по качеству изображения, освещенности) во всех случаях [2, 3]. Кроме того, при таком подходе всегда есть изначальный «идеальный» объект, с которым потом и проводится сравнение результатов фотограмметрии.

В среде 3ds Max была создана виртуальная студия и настроено движение камеры, имитирующее съемку по кругу с разных уровней высоты (рис. 1).

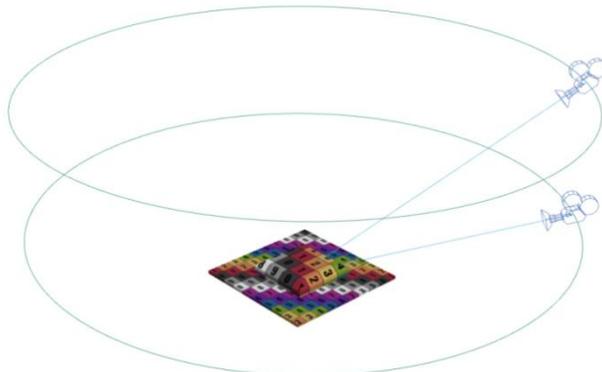


Рис. 1. Виртуальная студия в 3ds Max

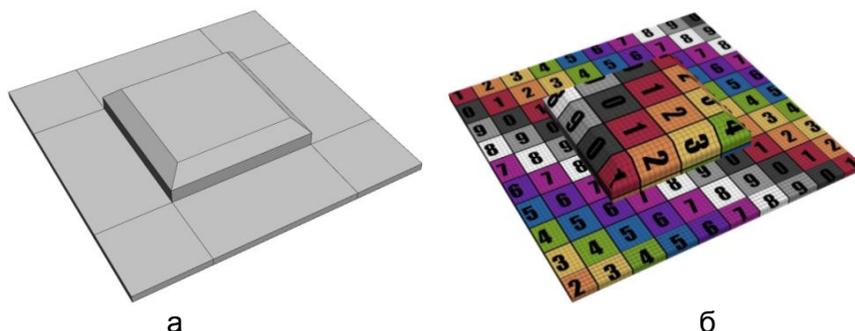


Рис. 2. Трехмерная модель для реконструирования: с текстурой (а) и без текстуры (б)

В качестве объекта для реконструирования была создана простая геометрическая модель ($200 \times 200 \times 25$ мм) с наложенной на нее неоднородной текстурой (рис. 2). Модель образно представляет стоящий на площадке предмет.

Далее была проведена визуализация кругового облета и получены 40 изображений: 20 на высоте 10 см и 20 на высоте 40 см (рис. 3).

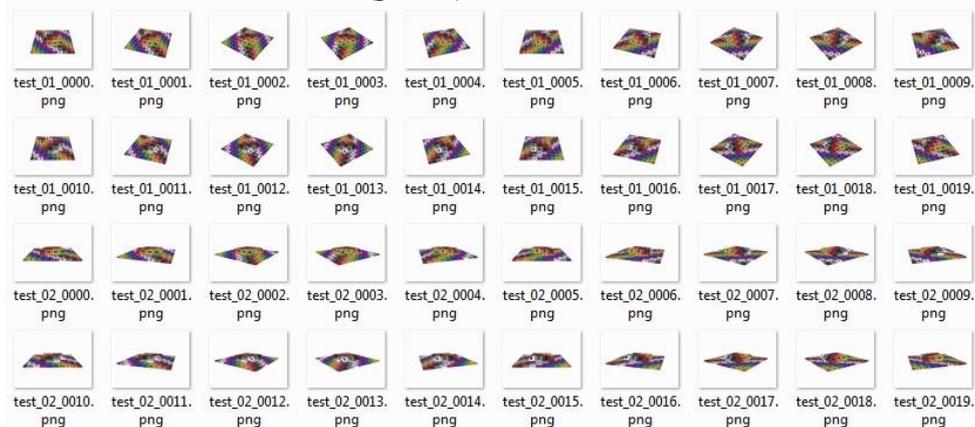


Рис. 3. Результат визуализации

Данные были загружены и обработаны в среде Agisoft Photoscan, и получено плотное облако точек (рис. 4).

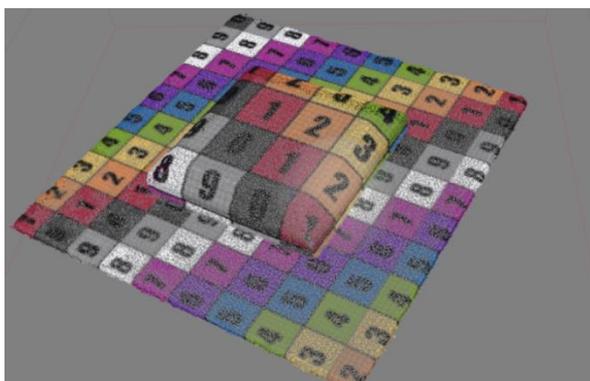


Рис. 4. Результат фотограмметрии, плотное облако точек

Дальнейшее превращение в полигональную модель было решено не проводить, для того чтобы уменьшить количество возможных потерь качества результата на ранних этапах экспериментов.

Авторами предложено проводить сравнение результата, используя метрику Хаусдорфа, которая в некоторых случаях используется для анализа двумерных изображений [4].

$$d_H(X, Y) = \max \left\{ \sup_{x \in X} \inf_{y \in Y} |xy|, \sup_{y \in Y} \inf_{x \in X} |xy| \right\}.$$

С помощью данного математического аппарата предлагается находить расхождения между двумя множествами – точками полигональной модели и точками плотного облака, полученного после обработки фотоизображений в Agisoft Photoscan. Это позволяет автоматически измерять программа MeshLab 1.3, однако сложность заключается в том, что модель и облако точек должны максимально совпадать, чтобы произвести измерение, что вручную сделать невозможно.

Для совмещения материалов была использована программа CloudCompare 2.8, позволяющая совмещать друг с другом полигональные сетки, облака точек и сетки с облаками точек (рис. 5). Для более удобного совмещения у модели и облака точек были удалены участки, соответствующие крайнему ряду цифр на «площадке», для более точного удаления и была выбрана именно разливочная текстура.

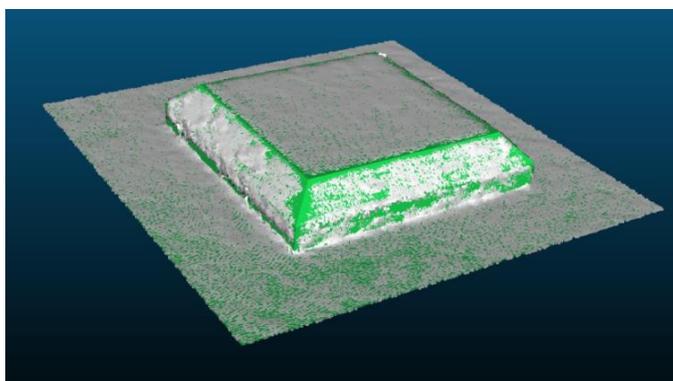


Рис. 5. Результат совмещения полигональной модели и облака точек

Результат был перенесен в программу MeshLab, в которой была проведено сравнение объектов и получены данные по максимальному и минимальному расхождению: min : 0,000000 max 0,010193 mean : 0,000441 (доли ограничивающего каркаса, т.е. Bounding Box объекта).

Для визуальной наглядности облако точек было окрашено в соответствии с картой Качества (Colorize by Quality) (рис. 6), где красный цвет обозначает точное совпадение, зеленый – максимальное отклонение.

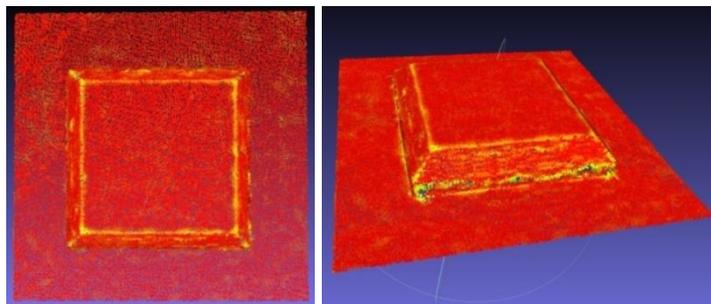


Рис. 6. Окрашенное облако точек в MeshLab

В ходе данного эксперимента был апробирован алгоритм сравнения результата фотограмметрии по материалам, полученным в виртуальной студии, с изначальной моделью. В дальнейшем планируется дальнейшее проведение подобных экспериментов с различными входными данными. Авторами предлагается систематизировать полученные данные для выявления и анализа критериев, влияющих на качество реконструкции объекта.

Литература

1. Меженин А.В., Трушин В.А. Оценка качества систем рендера на основе автоматического анализа изображений // Научный альманах. – 2015. – № 11-3(13). – С. 279–282.
2. Меженин А.В. Виртуальные 3D-среды как средство верификации и тестирования при проектировании // Приоритетные научные направления: от теории к практике. – 2016. – № 21. – С. 105–110.
3. Извозчикова В.В., Меженин А.В. 3D-моделирование методов съемки мобильными видеосистемами // Программные продукты и системы. – 2016. – № 3. – С. 163–167.
4. Извозчикова В.В., Меженин А.В. Размерность Хаусдорфа в задачах анализа подобия полигональных объектов // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2016. – № 2. – С. 109–112.



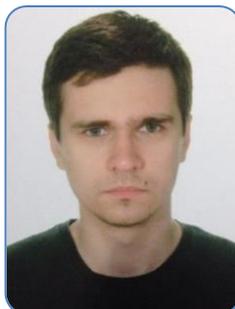
Мешков Алексей Викторович

Год рождения: 1995

Факультет систем управления и робототехники, кафедра мехатроники, группа № P4127с

Направление подготовки: 15.04.06 – Мехатроника и робототехника

e-mail: argule95@gmail.com



Лукин Александр Евгеньевич

Год рождения: 1994

Факультет систем управления и робототехники, кафедра мехатроники, группа № P4127с

Направление подготовки: 15.04.06 – Мехатроника и робототехника

e-mail: alevlukin@gmail.com



Куприянов Дмитрий Владимирович

Год рождения: 1991

Факультет систем управления и робототехники, кафедра мехатроники, аспирант, ст. преподаватель

Направление подготовки: 09.06.01 – Информатика и вычислительная техника

e-mail: dmitry@kupriyanov.su



Скрипко Роман Евгеньевич

Год рождения: 1997

Факультет систем управления и робототехники, кафедра мехатроники, группа № Р3325

Направление подготовки: 15.03.06 – Мехатроника и робототехника

e-mail: skripkoroman@mail.ru



Копьев Никита Олегович

Год рождения: 1996

Факультет систем управления и робототехники, кафедра мехатроники, группа № Р3325

Направление подготовки: 15.03.06 – Мехатроника и робототехника

e-mail: n.kopyiev@mail.ru



Устюгов Иван Анатольевич

Год рождения: 1996

Факультет систем управления и робототехники, кафедра мехатроники, группа № Р3325

Направление подготовки: 15.03.06 – Мехатроника и робототехника

e-mail: johnustyugov@gmail.com

УДК 608

**МОДЕРНИЗАЦИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ МЕХАТРОННОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА**

**Мешков А.В., Лукин А.Е., Куприянов Д.В., Скрипко Р.Е., Копьев Н.О., Устюгов И.А.
Научный руководитель – аспирант, ст. преподаватель Куприянов Д.В.**

Работа выполнена в рамках темы НИР № 416038 «Разработка образовательного мехатронного комплекса для изучения робототехники».

Работа посвящена разработке учебного робототехнического комплекса, применяемого для преподавания основ программирования студентам кафедры Мехатроники Университета ИТМО. Приведены основные характеристики предыдущего комплекса, указаны предпосылки для его замены, определены основные требования к проектируемому комплексу. Также описаны различные этапы разработки комплекса, определены достоинства и недостатки прототипов, поставлены задачи для дальнейшей работы.

Ключевые слова: робототехника, мехатроника, образовательные комплексы, преподавание робототехники, Parallax Voe-Bot.

Прикладная направленность таких специальностей как мехатроника и робототехника неразделимо связывает преподавание с проведением практических и лабораторных занятий.

Важными характеристиками учебного комплекса, учитываемыми в ходе работы, являются:

- модульность, т.е. возможность замены элементов платформы в соответствии с требованиями. Открытая модульность означает возможность использования компонентов от сторонних производителей, при этом закрытая модульность подразумевает использование проприетарных разъемов или микроконтроллеров;
- количество сопроводительной литературы;
- используемый язык программирования, соответствие определенным промышленным стандартам – эта характеристика показывает, насколько современный и распространенный в профессиональной деятельности язык программирования используется в работе с поставляемой с комплексом микроконтроллерной платой;
- поддержка сообществом пользователей – данная характеристика показывает, насколько пользователи комплекса заинтересованы в его развитии и распространении;
- стоимость комплекса показывает его доступность.

Распространенный комплекс прошлого поколения Parallax Voe-Bot Robot Kit можно оценить в соответствии с этими критериями:

- модульность: открытая;
- сопроводительная литература: подробная документация от производителя, а также методические указания, подготовленные преподавателями кафедры Мехатроники Университета ИТМО;
- используемый язык программирования: PBasic;
- поддержка сообществом пользователей: немногочисленное сообщество;
- стоимость комплекса: 12 000 руб.

Таким образом, можно говорить об устаревании комплекса Voe-Bot, в связи с чем он перестает отвечать требованиям к подготовке студентов кафедры Мехатроники. Так, несмотря на открытую модульность, размеры комплекса значительно усложняют работу с большим количеством компонентов, и, как следствие, ограничивают сложность проектируемых систем.

В связи с этим было принято решение о разработке нового образовательного комплекса, отвечающего следующим требованиям:

- открытое программное и аппаратное обеспечение, возможность изготавливать детали методом 3D-печати;
- комплекс должен поставляться вместе с комплектом методической литературы;
- стоимость одного комплекта не должна превышать 20 000 руб.;
- поддержка пользовательского сообщества.

В соответствии с этими требованиями была спроектирована первая версия комплекса. Модель корпуса представлена на рис. 1, а. В качестве шасси используется гусеничная база Rover R5. Аккумуляторы Zipru Compact на 2700 мАч способны обеспечить робот питанием при интенсивной работе на протяжении полутора часов, т.е. времени занятия в лаборатории. Пространства внутри достаточно для размещения микроконтроллерной платы (Arduino Uno или Raspberry Pi), макетной платы,

аккумулятора и других компонентов. Датчики размещаются на планках по периметру корпуса.

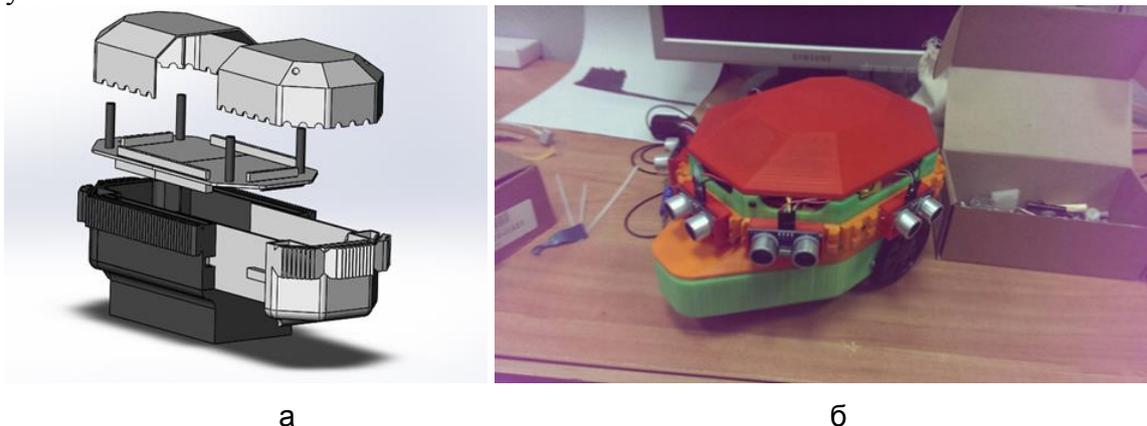


Рис. 1. Модель первого прототипа комплекса (а); фото второго прототипа (б)

Первый прототип обладал хорошей вместимостью и надежностью, однако был слишком массивным и требовал больших затрат времени и материала на изготовление. В связи с этим было принято решение о проектировании второго прототипа, представленного на рис. 1, б.

Он отличается меньшими размерами и лучше оптимизацией для 3D-печати. Вместо гусеничного шасси используются колеса, приводимые в движение сервоприводами постоянного вращения [1]. Основными недостатками данной модели оказались нерациональное использование внутреннего пространства, а также крепежные планки, которые слишком быстро приходили в негодность и требовали использования специальных переходников для датчиков.

Этих недостатков лишен третий прототип (рис. 2). Оптимизация расположения двигателей, аккумуляторов и электроники позволила уменьшить габариты комплекса, а также упростить монтаж датчиков за счет упрощенных переходников.



Рис. 2. Внешний вид третьего прототипа с установленными датчиками

Таким образом, был разработан учебный комплекс, отвечающий требованиям, поставленным непосредственно перед материальным обеспечением. В дальнейшем планируется адаптация учебных программ для работы с комплексом, а также создания онлайн-площадки для поддержки пользовательского сообщества.

Литература

1. Champion G., Bastin G., D'Andréa-Novel B. Structural properties and classification on kinematic and dynamic models of wheeled mobile robots // *Nelineinaya Dinamika*. – 2011. – V. 7. – № 4. – P. 733–769.

**Мулюкин Алексей Андреевич**

Год рождения: 1994

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра информатики и прикладной математики, группа № Р4217Направление подготовки: 09.04.04 – Программная инженерия

e-mail: alexprey@yandex.ru

**Калёнова Ольга Вячеславовна**

Год рождения: 1994

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра информатики и прикладной математики, группа Р4217Направление подготовки: 09.04.04 – Программная инженерия**Перл Иван Андреевич**

Год рождения: 1986

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра информатики и прикладной математики, к.т.н., доцент

e-mail: ivan.perl@corp.ifmo.ru

УДК 004.415.532.2

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПРОВЕРКИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ СТУДЕНТОВ ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ**Мулюкин А.А., Калёнова О.В., Перл И.А.****Научный руководитель – к.т.н., доцент Перл И.А.**

В работе представлена система тестирования лабораторных работ по программированию студентов первого курса. Тестирование поможет сэкономить время студентов и преподавателей, забирая на себя рутинную задачу проверки на соответствие программы заявленным требованиям лабораторной работы. Для разработки тестов используется XML-подобный язык, позволяющий просто и гибко описать ожидаемое поведение программы, оставляя при этом место для свободы творчества студентов.

Ключевые слова: электронное обучение, автоматическое тестирование, интеграционное тестирование.

Введение. В настоящее время процесс выполнения лабораторных работ выглядит следующим образом: студент получает задание, выполняет его, опираясь на собственную интерпретацию, и затем ожидает следующего практического занятия. Наконец, он едет на занятие, попадает в очередь на проверку и, дождавшись своей очереди, показывает работу. Поскольку студент в большинстве случаев не может предусмотреть все возможные ситуации, когда в выполненной работе может произойти ошибка из-за его малого опыта разработки, то возникает ситуация, когда преподаватель указывает на ошибки, и студент, перезаняв очередь, начинает ее исправлять. И так до тех пор, пока работа не будет защищена или не закончится пара (в этом случае студент ждет следующего занятия). Таким образом, большой пласт рутинной работы по отладке

приложения происходит прямо во время занятия, когда есть возможность проверить задание только у преподавателя. Проблема заключается в том, что этого времени катастрофически недостаточно, и качественное выполнение и проверка работы студента может растянуться на 3–4 недели. Это отнимает время как у студентов, так и у преподавателей (часто приходится назначать дополнительные занятия для сдачи долгов).

Естественным решением данной проблемы является создание возможности для студентов проверить свою лабораторную работу на типовые ошибки без участия преподавателя. Это – основная цель нашей команды при разработке системы автоматического тестирования. Разумеется, что система тестирования не способна полностью заменить преподавателя: качество кода, соответствие заданию (тесты могут не полностью покрывать задачу) и творческая составляющая будут по-прежнему проверяться лично.

Постановка требований к разработке системы. Наиболее популярные системы тестирования используют подход сравнения вывода тестируемой программы с готовым выводом, сгенерированным программой-шаблоном. Авторы считают, что нужно предоставить студентам некоторую свободу, проверяя лишь ключевые моменты в работе программы, обозначенные в постановленной задаче. Это позволяет сформировать более правдоподобную ситуацию общения с реальным «заказчиком», где присутствуют заранее известные задачи для бизнеса, но нет детального представления продукта. В то же время система должна быть удобной и для написания тестов.

На основе вышесказанного были выработаны основные требования к разрабатываемой системе тестирования:

- возможность простой разработки тестов для лабораторных работ;
- тесты должны эмулировать поведение пользователя;
- тесты должны учитывать творческие элементы выполнения лабораторных работ;
- возможность удаленного доступа для студента и преподавателя;
- авторизация в систему тестирования должна быть реализована без дополнительной регистрации.

Последний пункт поставленных требований при разработке обусловлен тем, что большинство пользователей, в том числе студенты, не хотят тратить много времени для того, чтобы совершить простое действие, как например, отправить свою лабораторную работу на проверку. Основным из негативных факторов любых систем является сложный процесс регистрации. Для упрощения этого процесса было предложено реализовать интеграцию с инфраструктурой университета. В данном случае авторизация будет происходить с помощью центра дистанционного обучения ЦДО.

Решение поставленных задач. Для достижения цели, отвечающей за разработку тестов для лабораторных работ, необходимо было разработать гибкую и максимально удобную для дальнейшей поддержки инфраструктуру. Для этого был разработан специальный XML-подобный язык, позволяющий в короткие сроки изучить его синтаксис и приступить к написанию тестов для лабораторных задач. Выбор XML в качестве основы языка был обусловлен его гибкостью, расширяемостью, а также возможностью простого управления (чтение и редактирование) структурой содержимого из кода. Это позволит в дальнейшем разработать специальный инструментарий для упрощения создания тестов [1].

Сама структура теста состоит из набора ситуаций, где описаны конкретные действия пользователя и ожидаемый результат на каждое выполняемое действие или их

последовательность. Примечательно, что для такого способа написания тестов не нужна программа-шаблон.

Для разработки данной системы было решено реализовать микросервисную архитектуру с независимыми компонентами [2]. Система состоит из следующих основных компонентов:

1. веб-клиент – браузер пользователя или другое клиентское приложение;
2. публичный сервер – обрабатывает запросы от клиента, занимается отображением пользовательского интерфейса, а также отправкой данных на приватный сервер для запуска тестов;
3. приватный сервер – закрытая инфраструктура, состоящая из набора микросервисов для обработки запросов тестирования, выполнения тестов и сохранения результатов в хранилище данных;
4. внешний сервис авторизации – необходим для упрощенной регистрации через учетные записи, предоставленными университетами.

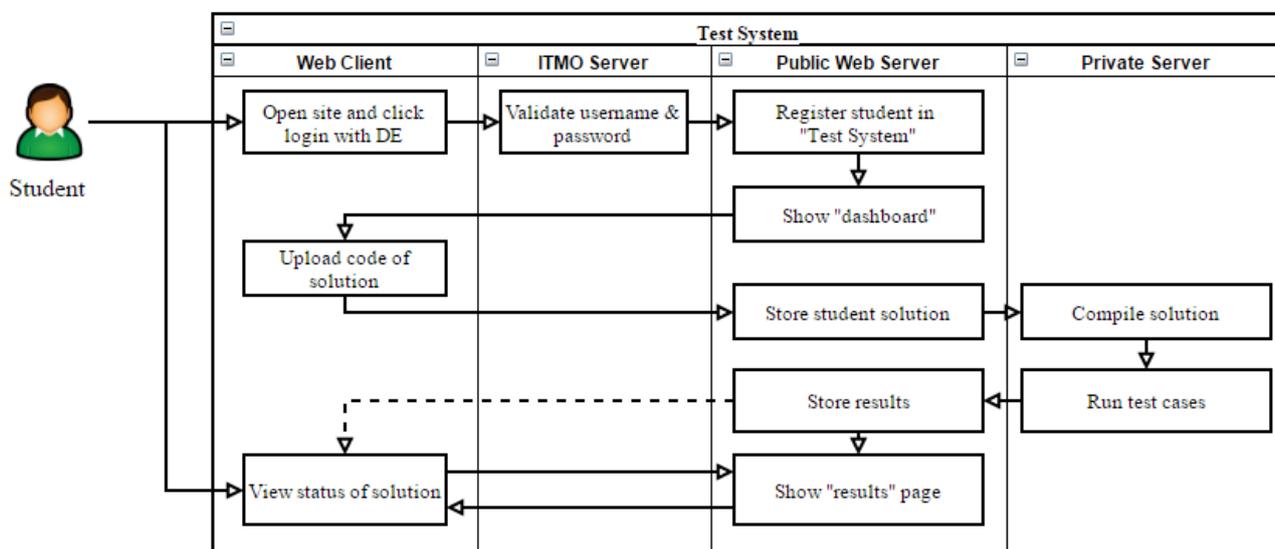


Рис. 1. Схема взаимодействия пользователя и компонентов архитектуры

Основной задачей разработки является организация безопасной и быстрой системы тестирования работы (ядро тестирования), на вход которой подаются исходный код программы лабораторной работы и файл описания тестов для определенного варианта. Эти данные поступают в систему через веб-интерфейс (рис. 1). Для организации безопасного взаимодействия запуск каждого пользовательского процесса запускается изолированно от основной среды, специальный сервис (Sandbox Service) следит за используемыми ресурсами данного процесса, и в случае нарушения квот отправляет сигнал операционной системе на срочное завершение процесса с отметкой теста, как проваленного из-за достижения лимита используемых ресурсов. Также ядро тестирования состоит из следующих сервисов:

1. Sandbox service – отвечает за выделение изолированных ресурсов для компиляции программы и выполнения тестов;
2. Code compile service – отвечает за компиляцию входной программы;
3. Test run service – отвечает за чтение файла теста, выполнение и анализ действий программы, а также за формирование отчета прохождения теста;
4. App container service – отвечает за запуск нового процесса тестируемого приложения, предоставление доступа к управлению для сервиса тестирования (test run service).

Схема взаимодействия каждого сервиса представлена на схеме (рис. 2).

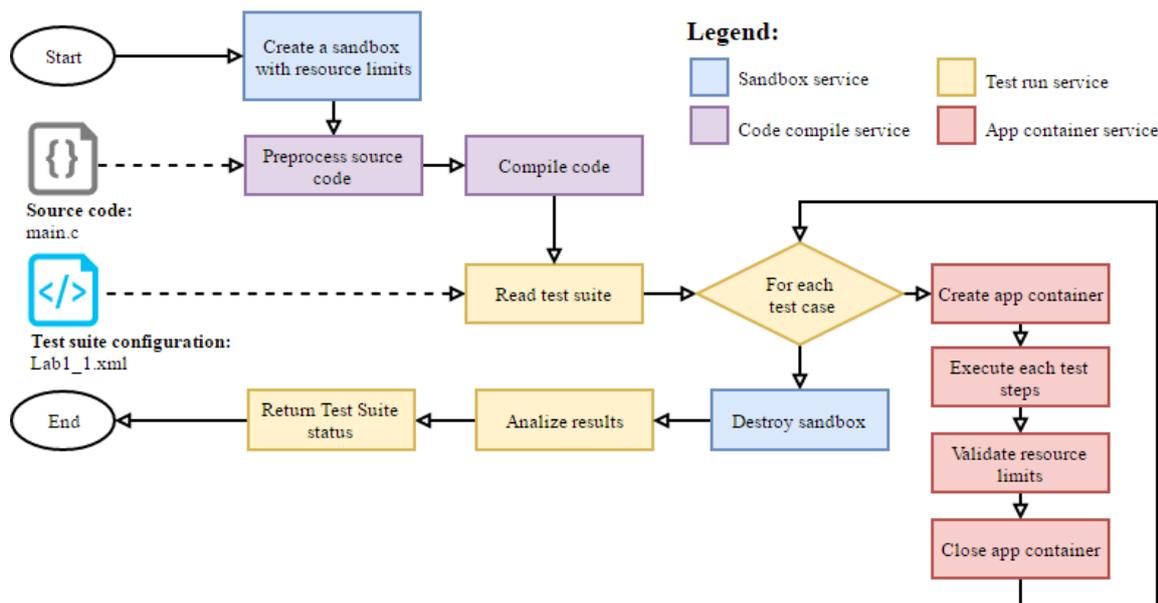


Рис. 2. Схема работы ядра тестирования лабораторной работы

Результат. На данный момент реализована основная часть платформы, что позволило произвести запуск системы в рамках реального обучения. Систему протестировали студенты первого курса кафедры ИПМ Университета ИТМО. На основе их взаимодействия с системой был выявлен ряд необходимых улучшений, которые помогут улучшить систему и сделать ее более доступной и понятной для студентов (рис. 3). В текущей реализации система помогла оптимизировать процесс сдачи лабораторных работ и уменьшить затраты времени на прием работы.

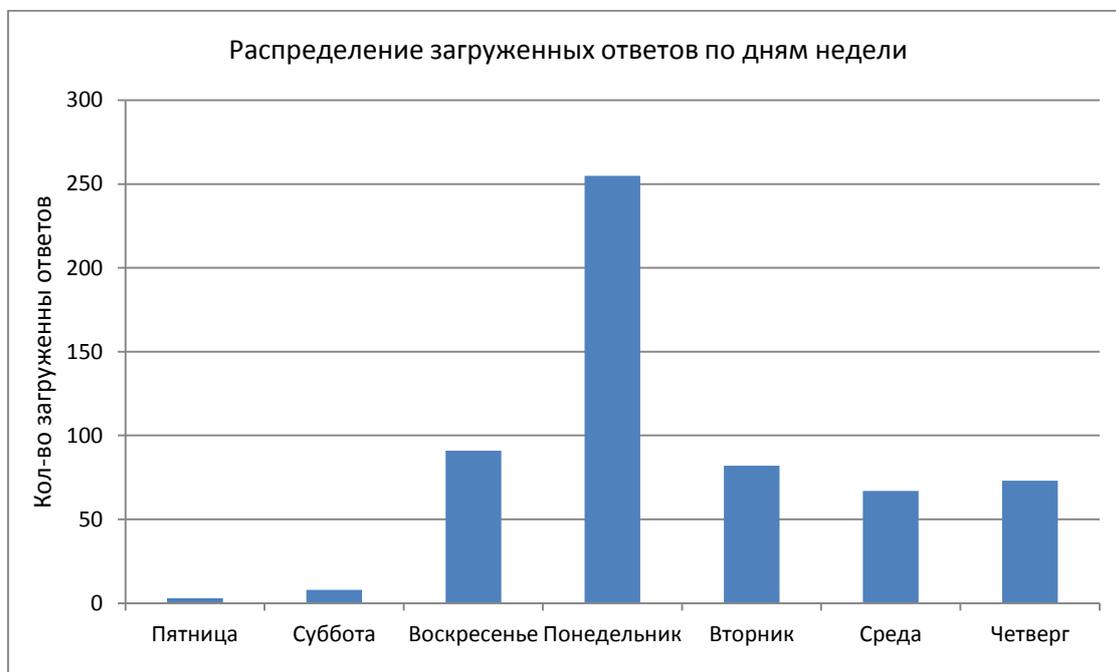


Рис. 3. График распределения использования системы по дням недели

Литература

1. Хантер Д., Рафтер Д., Фаусетт Д., Влист Э. ван дер и др. XML. Работа с XML. – 4-е изд. – М.: Диалектика, 2009. – 1344 с.
2. Ньюмен С. Создание микросервисов. – СПб.: Питер, 2016. – 304 с.

**Мулюкин Алексей Андреевич**

Год рождения: 1994

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра информатики и прикладной математики, группа № P4217

Направление подготовки: 09.04.04 – Программная инженерия

e-mail: alexprey@yandex.ru**Перл Иван Андреевич**

Год рождения: 1986

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра информатики и прикладной математики, к.т.н., доцентe-mail: ivan.perl@corp.ifmo.ru

УДК 004.428.4

**СПОСОБЫ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ИСПОЛНЕНИЯ МОДЕЛЕЙ
СИСТЕМНОЙ ДИНАМИКИ****Мулюкин А.А., Перл И.А.****Научный руководитель – к.т.н., доцент Перл И.А.**

Работа выполнена в рамках темы НИР «Исследование возможностей, условий и ограничений параллельного выполнения моделей динамических систем».

В работе рассмотрены проблемы разработки распределенного алгоритма исполнения моделей системной динамики, а также рассмотрены три основных алгоритма-прототипа, предложенных автором работы. Это – алгоритм разделения модели, алгоритм разбиения моделируемого времени и событийно-ориентированный алгоритм.

Ключевые слова: динамические системы, системная динамика, system dynamics, моделирование системной динамики, облачные вычисления.

Введение. Системная динамика (System Dynamics) – это направление моделирования, представляющее собой исследование нелинейного поведения сложных систем в течение длительного времени [1].

Простота структур, использующихся в системной динамике для представления моделируемых систем, а также значительный объем обрабатываемой информации позволяет автоматизировать процесс исполнения моделей. Особенностью долгосрочных моделей является то, что для моделирования систем используются большие отрезки времени с использованием малого шага моделирования. Вследствие этого требуются значительные вычислительные мощности, чтобы поддерживать расчет сложной модели на протяжении всего моделируемого отрезка времени [2].

Модели, состоящие из небольшого числа связанных компонентов и использующие не ресурсоемкие выражения, будут выполняться значительно быстрее заданного шага моделирования и результаты будут получены в сжатые сроки. Для моделей, состоящих из большого числа связанных компонентов и использующих ресурсоемкие выражения, время исполнения будет растягиваться на длительный срок. В связи с этим возникает потребность для исследования оптимизации процесса исполнения моделей системной динамики. Основным из способов оптимизации процесса исполнения моделей является разработка распределенного алгоритма.

Проблемы разработки распределенного алгоритма выполнения моделей системной динамики. Рассмотрим процесс вычисления значения стока для моделей с обратной связью, на примере простой экономической модели (рисунок).

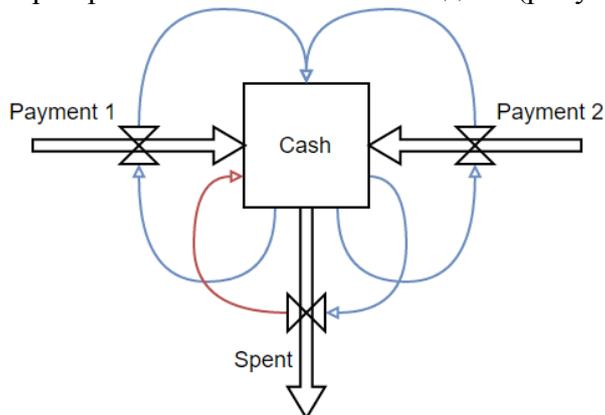


Рисунок. Процесс вычисления значения стока для моделей с обратной связью

$$Payment_1 = Cash \cdot 0,078 \rightarrow F(Cash)$$

$$Payment_2 = Cash \cdot 0,1 \rightarrow F(Cash)$$

$$Spent = Cash \cdot 0,15 \rightarrow F(Cash).$$

Для того чтобы получить значение стока Cash на следующий шаг, мы должны получить значение дельты всех потоков, которые влияют на этот сток:

$$\Delta Cash = Payment_1(Cash) + Payment_2(Cash) - Spent(Cash) \rightarrow F(Cash)$$

$$Cash' = Cash + \Delta Cash(Cash).$$

Как видно из представленных выше выражений, а также из диаграммы зависимостей модели, можно отметить, что каждый из потоков зависит от состояния стока, на который он влияет. Это говорит о том, что модель имеет обратные связи.

При исполнении данной модели последовательно, согласно алгоритму, представленному в основных трудах, посвященных исполнению моделей системной динамики, значение стока изменится после вычисления функции каждого потока, тем самым вычисление следующего потока будет происходить с обновленным значением зависимого стока [2, 3]. При параллельном вычислении функций потоков, такой возможности не представляется, так как возникает конкурирующий доступ к значению стока.

При конкурирующем доступе к значению стока может возникнуть ситуация, при которой два потока смогут зарезервировать значения компонента одновременно. Другими словами, потоки воспользуются одними и теми же ресурсами, определенными конкретным стоком. Это приведет к некорректно рассчитанным значениям функций потоков, которые, в свою очередь, приведут к неправильному результирующему значению стоков на данном отрезке времени, при этом ошибка будет накапливаться с каждым шагом моделирования. Очевидно, что на основе неправильных результатов моделирования невозможно получить правильные выводы из анализа полученных данных [4].

– Алгоритм разделения модели. Зная, что потоки без обратной связи могут быть вычислены независимо друг от друга, а потоки с обратной связью – нет, мы приходим к задаче анализа связей компонентов в пределах исполняемой модели [4]. Результатом данной задачи является модель, разделенная на несколько независимых частей, которые возможно выполнить независимо друг от друга. После того, как каждая из частей будет исполнена, необходимо произвести расчет значений в узловых точках, которые выступали в качестве разреза.

Для этого необходимо представить моделируемую систему в виде ориентированного графа. Узлы которого являются стоками, а ребра – направление потоков. В результате необходимо найти такие узлы графа, которые бы не имели обратных связей. Для поиска таких узлов можно воспользоваться одним из алгоритмов нахождения минимального разреза графа, например, алгоритмом Штор–Вагнера. В результате применения данного алгоритма, получим

независимые части моделируемой системы, которые могут быть рассчитаны параллельно. Тем самым, благодаря такому подходу, можно оптимизировать процесс выполнения модели.

– Алгоритм деления моделируемого отрезка времени. Модели системной динамики выполняются на больших по длительности отрезках времени и с малым шагом по отношению ко всему участку моделируемого времени. Предположим, что модель системной динамики должна быть промоделирована на временном отрезке t_1-t_2 с шагом dt . Кроме того, заданы необходимые начальные условия для каждого из компонента модели. Это необходимые и достаточные параметры системы, которые требуются для запуска процесса исполнения модели. Увеличив шаг моделирования в 4 раза, получим промежуточные данные моделирования для каждого участка времени. Для решения полной задачи моделирования системы необходимо получить результаты для каждого отрезка времени с оригинальным шагом времени – dt . Так как все необходимые и достаточные условия для запуска моделирования каждого промежутка известны, то можно сказать, что они представляют собой независимые системы и могут выполняться параллельно.

Данный алгоритм действительно поддается распараллеливанию, но возникает проблема потери точности моделирования при использовании сложных нелинейных функций, использующихся для представления потоков в модели.

– Событийно-ориентированный алгоритм. Идея данного алгоритма заключается в выделении всех элементов моделируемой системы на независимые части, которые взаимодействуют между собой с помощью единой системы обмена сообщениями. Каждый компонент имеет свою область ответственности. Стоки отвечают только за хранение значений и за инициирование расчета потоков. Поток – за вычисление значения собственного выражения, запрос необходимых зависимых значений у других узлов модели и запрос об изменении значений в необходимых стоках.

Каждый узел модели является независимым и может быть переиспользован для исполнения задач другой модели. Также данный подход позволяет размещать ответственные компоненты в разных окружениях (независимые потоки, процессы или физические машины).

Стоит отметить тот факт, что данный алгоритм отлично укладывается в основные принципы функционального программирования и в особенности разработки на языке программирования Erlang, который является отличным решением для разработки крупных распределенных систем [4]. Основной проблемой данного алгоритма является сложность организации блокировок значений.

Заключение. В результате данной работы были изучены существующие алгоритмы исполнения моделей системной динамики. На основе полученных данных были предложены три авторских алгоритма, которые способствуют оптимизации процесса исполнения моделей системной динамики. Каждый алгоритм обладает своими преимуществами и недостатками, которые требуют дополнительного и детального исследования. На данный момент самым перспективным алгоритмом для оптимизации является событийно-ориентированный алгоритм, но он же является и наименее изученным в настоящее время, детальный анализ которого еще только находится в планах дальнейшего исследования.

Литература

1. Sterman J.D. Business dynamics: systems thinking and modeling for a complex world // Journal Of The Operational Research Society. – 2002. – V. 53. – № 4. – P. 472.
2. Forrester J.W. The Beginning of System Dynamics [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://leml.asu.edu/jingle/Web_Pages/EcoMod_Website/Readings/SD+STELLA/Forrester-Begin%27g-SD_1989.pdf, своб.
3. Radzicki M., Taylor R. Introduction to System Dynamics [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.systemdynamics.org/DL-IntroSysDyn/start.htm>, своб.
4. Mulyukin A.A., Kossovich T.A., Perl I.A. Effective Execution of Systems Dynamics Models // Proceedings of the 19th Conference of Open Innovations Association FRUCT. – 2016. – P. 358–364.



Мурзанова Камилла Азатовна

Год рождения: 1992

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра графических технологий, группа № P4272

Направление подготовки: 09.04.02 – Информационные системы
и технологии

e-mail: camillamur@gmail.com



Меженин Александр Владимирович

Год рождения: 1959

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра графических технологий, к.т.н., доцент

e-mail: mejenin@mail.ru

УДК 519.254

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ
С ЭЛЕМЕНТАМИ 3D НА ПЛАТФОРМЕ XAMARIN**

Мурзанова К.А., Меженин А.В.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Меженин А.В.

В работе рассмотрены вопросы актуальности разработки мобильного приложения по виртуальному подбору интерьера.

Ключевые слова: мобильное приложение, дополненная реальность, проектирование.

В рамках проектирования и разработки мобильного приложения с элементами 3D по виртуальному подбору интерьера, на примере подбора картин, было проведено исследование. **Цель исследования** – выяснить целесообразность приложения, определить выполняет ли приложение свою функцию в помощи подбора объектов интерьера пользователям.

На сегодняшний день на рынке мобильных приложений существуют ряд приложений, которые позволяют в той или иной мере виртуально изменить интерьер. Например, каталог мебели от IKEA с дополненной реальностью [1] или приложение, которое позволяет виртуально перекрасить стены [2]. Дополненная реальность развивается, и одна из ее логичных сфер применения – дополнение существующего интерьера виртуальными объектами.

Прежде чем приступить к разработке приложения была продумана целевая аудитория, проблемы и задачи, которые решает приложение, составлены персонажи со сценариями использования.

Таким образом решалась следующая проблема: для человека, чья работа не связана с интерьером и творчеством, не всегда легко подобрать новые объекты для его помещения. Могут возникнуть ситуации, когда приобретенный объект не подойдет для интерьера, т.е. человек совершит лишние траты, так как не имел возможности заранее подобрать подходящую вещь.

Была спроектирована и разработана первая версия мобильного приложения – рабочий прототип, который обладает всеми продуманными функциями для приложения по виртуальному подбору картин в интерьере.

Проектирование состояло из разработки архитектуры приложения, определения навигации и рисования прототипов. Прототипы были созданы с помощью приложения Balsamiq (рис. 1).

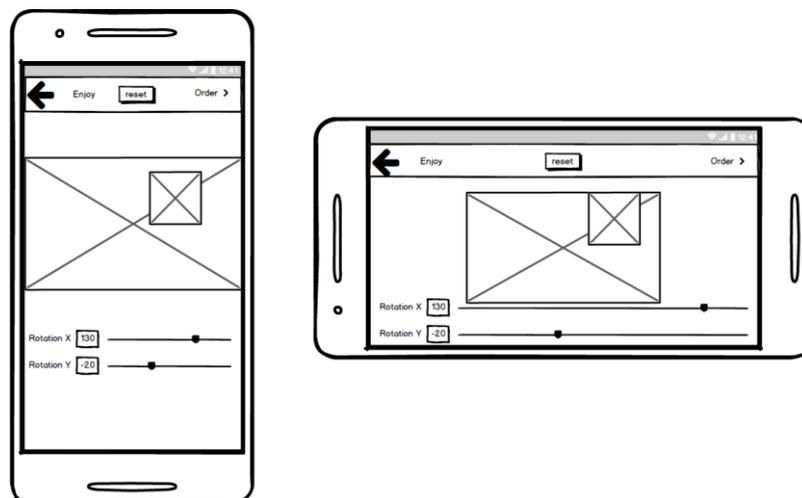


Рис. 1. Пример прототипа страницы

Приложение состоит из пяти основных страниц:

1. главная;
2. страница выбора изображения комнаты (в дальнейшем фон);
3. страница выбора изображения картины (в дальнейшем объект);
5. страница «виртуальная комната», т.е. место где можно разместить картину на стене комнаты (объект поверх фона). По сути, наложение одного изображения на другой, но с возможностью манипулирования над объектом, например, изменения размера, поворот, передвижение.

Само приложение имеет линейную навигацию, т.е. действия происходят от главной страницы к последней последовательно (с возможностью прерваться и начать заново, если в этом есть необходимость).

Для разработки вышеперечисленного было использовано:

- язык программирования C#;
- языки разметок XAML, XML;
- фреймворк для кроссплатформенной разработки Xamarin;
- SQLite – база данных для мобильных приложений.

В качестве платформы для разработок был выбран новый инструмент Xamarin.Forms. Выбором стала именно эта новая технология потому, что она является кроссплатформенным средством. Пока приложение создается для Android, но в дальнейшем будут нужны версии для всех популярных мобильных операционных систем (Android, iOS, Windows). Xamarin.Forms позволяет писать приложение с учетом каждой операционной системы [3]. Таким образом, в будущем потребуется меньше времени и ресурсов, чтобы отредактировать приложение для операционных систем iOS и Windows.

Как любой новый инструмент Xamarin пока не лишен недостатков. К сожалению, очень многих вещей, как было выяснено в ходе работы, пока нет на этой платформе, как, например, распознавание некоторых жестов. Для того чтобы можно было взаимодействовать, приходилось находить библиотеки или кастомизировать существующие варианты, дописывая свое решение.

Содержимое проектов сохраняется в базе данных, тем самым мы не теряем пользовательские данные.

На странице «Виртуальная комната» объект поворачивается параллельно экрану мобильного устройства (т.е. по оси Z), а также его можно перемещать и изменять в размере,

и все это с помощью сенсорных жестов (рис. 2). Однако поворот по оси X и Y не так прост. Не существует жестов, которые однозначно ассоциировались бы у пользователя с поворотом по этим осям. Так как жесты – это самое не очевидное в пользовательском интерфейсе, потому что их не видно, то и работать с ними стоит осторожно. Принято считать, что визуальные элементы воспринимаются лучше, поэтому было решено использовать ползунки для поворота по осям X и Y .

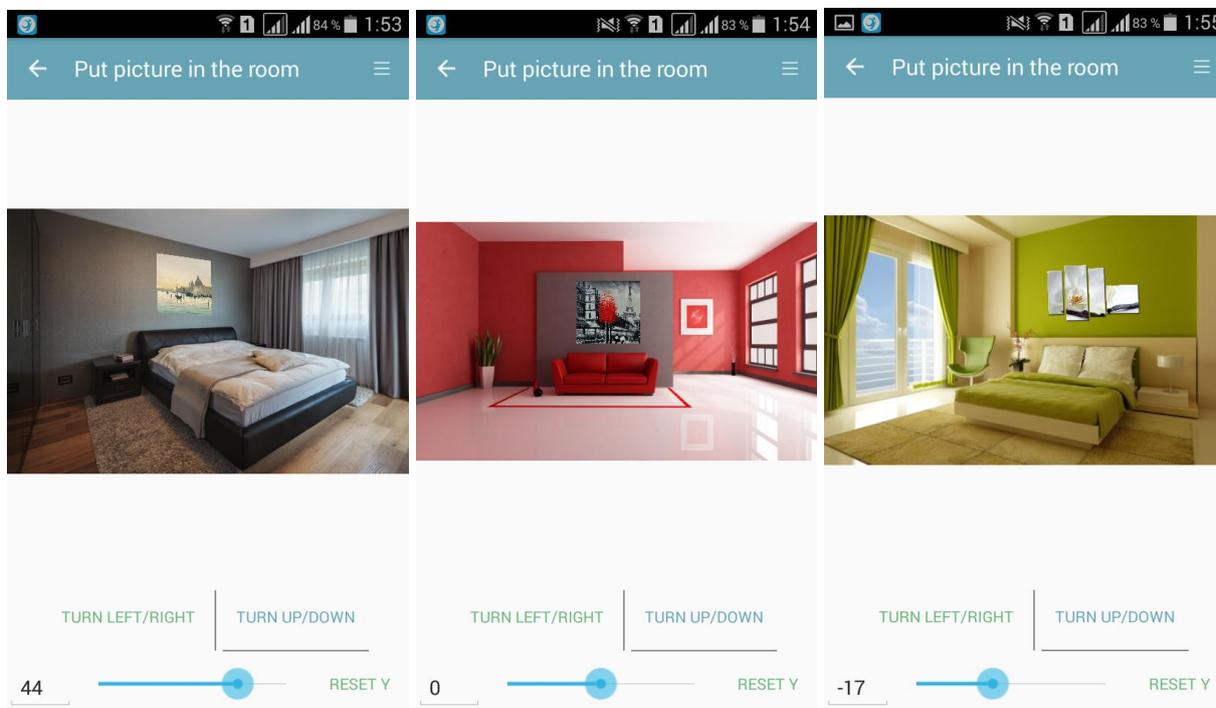


Рис. 2. Скриншоты приложения

При разработке авторы выдвинули гипотезу о том, что моделирование интерьера с помощью данной системы дает понимание и визуальный образ того, что пользователь может получить в реальном мире, тем самым помогая сделать осознанный выбор. В результате чего, человек может изменить свое мнение по поводу комбинации объектов интерьера, сравнивая предполагаемое с моделью, приближенной к реальному миру, полученной с помощью приложения.

Для подтверждения или опровержения эффективности приложения было проведен эксперимент. Он заключался в том, что человеку сначала без всякого приложения давались наборы: комната и 5 картин (рис. 3). Всего три набора. Надо было выбрать из 5 картин ту, что лучше всего подходит для комнаты, по мнению человека. Через какое-то время те же наборы давались с помощью приложения. В нем человек последовательно «вешал» на стену картину, а затем делал вывод: какая из них больше всего подходит.



Рис. 3. Пример набора

Таким образом, прототипом приложения тестировалось, как часто люди меняли свое мнение. Изменение мнения свидетельствует о том, что люди могли приобрести картину,

которая их бы в итоге не устроила. Избежать такие ошибочные действия может помочь им предлагаемое приложение.

Скорее всего, в реальном мире, человек не станет брать множество картин из магазина напрокат и примерять их в своем жилье, или же распечатывать множество постеров, чтобы найти подходящую. По крайней мере, такие действия будут затратными по времени и средствам. Разработанная система как раз позволяет подобрать нужный объект интерьера без его физического присутствия в интерьере.

В результате проведенного эксперимента с 10 людьми в возрасте от 18 до 50 лет были получены следующие данные.

Таблица. Результаты эксперимента

ID	Набор 1	Набор 2	Набор 3
1	1	1	1
2	1	0	1
3	1	1	0
4	1	0	1
5	1	1	1
6	1	1	0
7	1	0	0
8	1	0	1
9	0	0	0
10	0	0	1

В таблице демонстрируется – изменил или не изменил человек свое мнение, используя приложение: 1 – изменил, 0 – не изменил.

Исходя из таблицы видно, что в большинстве случаев респонденты меняли свое мнение, после использования мобильного приложения. Таким образом, визуализируя конфигурации интерьера, пользователи принимали более взвешенное решение по выбору картины для помещения.

Таким образом можно сделать вывод, что на сегодняшний день спроектирована и разработана первая версия приложения, который актуален и справляется с поставленными перед ним задачами. В дальнейшем планируется расширить эксперимент, чтобы исключить ошибочные выводы. Чтобы проверить повлияло ли приложение на смену решения пользователя, эксперимент будет дополнен. Так же планируется продолжать работу над разработкой приложения [4].

Литература

1. Мебельный каталог дополненной реальности ИКЕА [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ikeakmv.ru/stati/katalog-dopolnennoj-realnosti-ikea.html>, своб.
2. Dulux Visualizer RU [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.akzonobel.ru.dulux&hl=ru>, своб.
3. Petzold Ch. Creating Mobile Apps with Xamarin.Forms. – Microsoft Press, Preview Edition 2, 2015. – P. 16.
4. Мурзанова К.А., Меженин А.В. Сравнительный анализ существующих безмаркерных технологий дополненной реальности // Альманах научных работ молодых ученых Университета ИТМО. – 2016. – Т. 3. – С. 307–310.



Назаров Эдгар Хейирович

Год рождения: 1994

Факультет систем управления и робототехники, кафедра технологии приборостроения, группа № P4277

Направление подготовки: 12.04.01 – Приборостроение

e-mail: adikforever@mail.ru



Помпеев Кирилл Павлович

Год рождения: 1965

Факультет систем управления и робототехники, кафедра технологии приборостроения, к.т.н., доцент

e-mail: kir-pom@mail.ru

УДК 681.7.022.2:678.027.74:65.011.56:004.02

СТРУКТУРА БАЗЫ ДАННЫХ И ЭТАПЫ ВЫБОРА ОБОРУДОВАНИЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОСНАЩЕНИЯ ДЛЯ ЛИТЬЯ ПОЛИМЕРНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Назаров Э.Х., Помпеев К.П.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Помпеев К.П.

Рассмотрена структура базы данных и этапы выбора оборудования и дополнительного оснащения для литья полимерных изделий. Представлен пример реализации реляционной базы данных.

Ключевые слова: литье полимерных изделий, базы данных.

При проектировании изделий, используемых в различных сферах человеческой деятельности, для изготовления деталей и узлов все большее распространение получают пластмассы, вытесняя металлические материалы. Одним из распространенных производственных процессов получения деталей из пластмасс является литье под давлением. В то же время наблюдается тенденция к переходу от массового типа производства к средне- и мелкосерийному. Технологическая подготовка производства полимерных изделий литьем под давлением длительный и трудоемкий процесс [1], требующий привлечения высококвалифицированных специалистов и использования большого объема информации, имеющейся в различных источниках (справочники, каталоги, базы данных и т.п.). Сократить длительность этого процесса и снизить его трудоемкость позволяет автоматизация различных этапов проектирования. При этом одной из слабо формализованных задач является процесс рационального выбора оборудования и литьевой оснастки, который должен осуществляться в единой информационной среде. В настоящее время в передовых странах развитие производственного сектора их экономик идет в направлении цифрового производства, одна из сторон которого связана с концепцией технологической подготовки производства в единой виртуальной среде с помощью инструментов планирования, проверки и моделирования производственных процессов [2].

На сегодняшний день для литья под давлением изделий из полимерных материалов используются различные технологии, оборудование и оснастка. Их постоянно растущее разнообразие затрудняет рациональный выбор оснащения. В связи с этим возникает необходимость в создании информационно-поисковой системы, позволяющей осуществлять рациональный выбор оборудования и соответствующей оснастки, снизив влияние субъективного фактора.

Одним из важнейших этапов реализации информационно-поисковой системы является

создание базы данных (БД). В свою очередь, БД – это некоторый набор данных, организованный по определенным правилам и имеющий определенную структуру [3].

Существует большое количество разновидностей БД, отличающихся по различным свойствам и критериям. К основным типам относятся:

- иерархическая;
- сетевая;
- объектно-ориентированная;
- реляционная.

Самыми распространенными являются реляционные БД. Реляционная БД состоит из таблиц, которые, в свою очередь, состоят из строк и столбцов. Содержащиеся в таблицах данные связываются между собой по ключевым значениям.

Для работы с БД используются специальные программные средства – системы управления базами данных (СУБД). СУБД позволяет создавать БД, осуществлять доступ к данным, выполнять различные манипуляции с данными (добавлять, редактировать, удалять) и обеспечивать безопасность данных.

Для оперирования данными в реляционной БД с помощью СУБД используется специальный язык SQL.

SQL (structured query language) – язык структурированных запросов, применяющийся для создания, изменения и удаления данных. Пользователь БД посылает SQL-запрос через СУБД к БД и получает определенные данные. Причем не обязательно СУБД должна находиться на компьютере пользователя, а может располагаться где-то в сети. По характеру работы СУБД делятся на однопользовательские и многопользовательские. Однопользовательские БД подразумевают работу одновременно только с одним пользователем, а с многопользовательскими, соответственно, могут работать одновременно сразу несколько пользователей. Многопользовательские – в свою очередь, делятся на БД с последовательным и параллельным доступом. Простейшая схема работы с БД представлена на рис. 1.

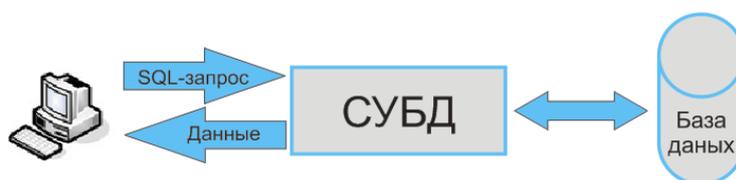


Рис. 1. Схема работы с базой данных

Процесс выбора оборудования состоит из нескольких этапов, для каждого из которых устанавливаются характеристики термопластавтоматов, которые напрямую оказывают влияние на получаемое изделие:

- сформировать кортеж параметров изделия – анализ аннотированной 3D-модели, серийности, точность отливки и т.д.;
- определить площадь литья – площадь проекции изделия (изделий) с литниковой системой на плоскость смыкания литьевой формы (оказывает влияние на параметр оборудования – усилие смыкания);
- определить объем детали (оказывает влияние на такие параметры как объем впрыска, диаметр шнека);
- определить габаритные размеры изделия (оказывает влияние на такие параметры как ход подвижной плиты, расстояние между колоннами);
- проанализировать виды литья – существуют различные виды литья, которые требуют специального оснащения.

Исходя из анализа связей между характеристиками оборудования и этапами его выбора, формируется структура базы данных, которая представлена на рис. 2.

Данная база имеет табличную структуру со следующими параметрами: фирма производитель, наименование оборудования, исполнение, диаметр шнека (мм), давление впрыска

(бар), объем впрыска (куб. см.), вес впрыска (г), скорость впрыска (куб. см/с), мощность нагревателя (кВт), усилие смыкания (кН), ход подвижной плиты (мм), расстояние между колоннами ($\Gamma \times B$, мм).

Фирма производитель	Ferromatik Milacron			PRO TDS серии		MuCell series			
	K-TEC 40 S			130 TDS		MuCell 220		MuCell 300	
Наименование оборудования				A	B	A	B	A	B
Исполнение				A	B	A	B	A	B
Диаметр шнека (мм)	18,0	25,0	30,0	25,0	28,0	55,0	60,0	67,0	70,0
Давление впрыска (бар)	2236,0	2254,0	1565,0	3648,0	2908,0	1833,0	1540,0	1670,0	1530,0
Объем впрыска (куб. см)	25,0	49,0	71,0	68,7	86,2	594,0	707,0	987,0	1078,0
Вес впрыска (г)	21,6	41,7	60,1	66,7	83,6	535,0	636,0	888,0	970,0
Скорость впрыска (куб. см/с)	35,0	68,0	98,0	87,0	109,0	14,4	14,4	10,6	10,6
Мощность нагревателя (кВт)	5,0			17,2		30,0		31,0	
Усилие смыкания (кН)	400,0			130,0		220,0		300,0	
Ход подвижной плиты (мм)	350,0			460,0		520,0		590,0	
Расстояние между колоннами ($\Gamma \times B$, мм)	320 x 320			690x290		565x495		685x580	

Рис. 2. Реляционная база данных

Таблица разделена на макроячейки по фирме-производителю. Далее оборудование также разделено на макроячейки по наименованию оборудования. Каждое наименование содержит несколько исполнений, которые разделены на соответствующие столбцы. В пределах каждого наименования оборудования такие параметры как мощность нагревателя, усилие смыкания, ход подвижной плиты и расстояние между колоннами одинаковы, поэтому они также объединены в макроячейки. Остальные параметры: диаметр шнека, давление впрыска, объем впрыска, вес впрыска, скорость впрыска имеют значения, которые соответствуют конкретным исполнениям в данном наименовании оборудования.

Дальнейшая работа будет направлена на исследования возможностей различных типов БД и применение их для реализации алгоритма выбора оборудования и соответствующего оснащения.

Литература

1. Менгес Г., Микаэли В., Морен П. Как делать литые формы. – СПб.: Профессия, 2007. – 640 с.
2. Anderl R. Industrie 4.0 – Advanced Engineering of Smart Products and Smart Production [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/270390939_Industrie_40_-_Advanced_Engineering_of_Smart_Products_and_Smart_Production, своб.
3. WEBCODIUS. Понятие базы данных и что такое СУБД [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://webcodius.ru/programmy/ponyatie-bazy-dannyx-i-cto-takoe-subd.html>, своб.



Назарова Тамара Сергеевна

Год рождения: 1993

Факультет программной инженерии и компьютерной техники, кафедра информатики и прикладной математики, группа № P4215

Направление подготовки: 09.04.01 – Информатика и вычислительная техника

e-mail: SlyFox.93@yandex.ru

УДК 004.9

КЛАССИФИКАЦИЯ И АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ ВИЗУАЛИЗАЦИИ

Назарова Т.С.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Жукова Н.А.

Работа выполнена в рамках темы НИР «Разработка метода интерактивной визуализации успеваемости обучающихся университета».

В работе рассмотрены понятия «визуализация» и «методы визуализации», проведены классификация и анализ существующих методов визуализации данных по трем критериям: область применения, количество измерений представления и тип взаимодействия пользователя с данными.

Ключевые слова: визуализация, методы визуализации, классификация методов визуализации, анализ методов визуализации, 2D-визуализация, 3D-визуализация.

К первым формам визуализации можно отнести геометрические схемы, таблицы положений небесных тел, навигационные карты, из века в век эти формы развивались и совершенствовались. С развитием информационных технологий увеличились объемы данных, в связи с чем возросла роль визуализации данных.

Визуализация – это метод представления информации в виде оптического изображения (например, в виде графиков, диаграмм, таблиц, карт и т.д.) [1], помогающий человеку идентифицировать образы, строить гипотезы и извлекать идеи из огромных массивов данных, что способствует научному исследованию и прогнозированию [2].

Методы визуализации – способы визуального представления или отображения данных, которые служат для иллюстрации построения модели, интерпретации полученного результата, оценки качества полученной модели или сочетают в себе все вышеперечисленные функции [3].

Общая схема классификации существующих методов визуализации данных по трем критериям: область применения, количество измерений представления и тип взаимодействия пользователя с данными – отображена на рис. 1.

При классификации методов визуализации по области применения выделяют научную визуализацию, визуализацию программного обеспечения (ПО) и визуализацию информации.

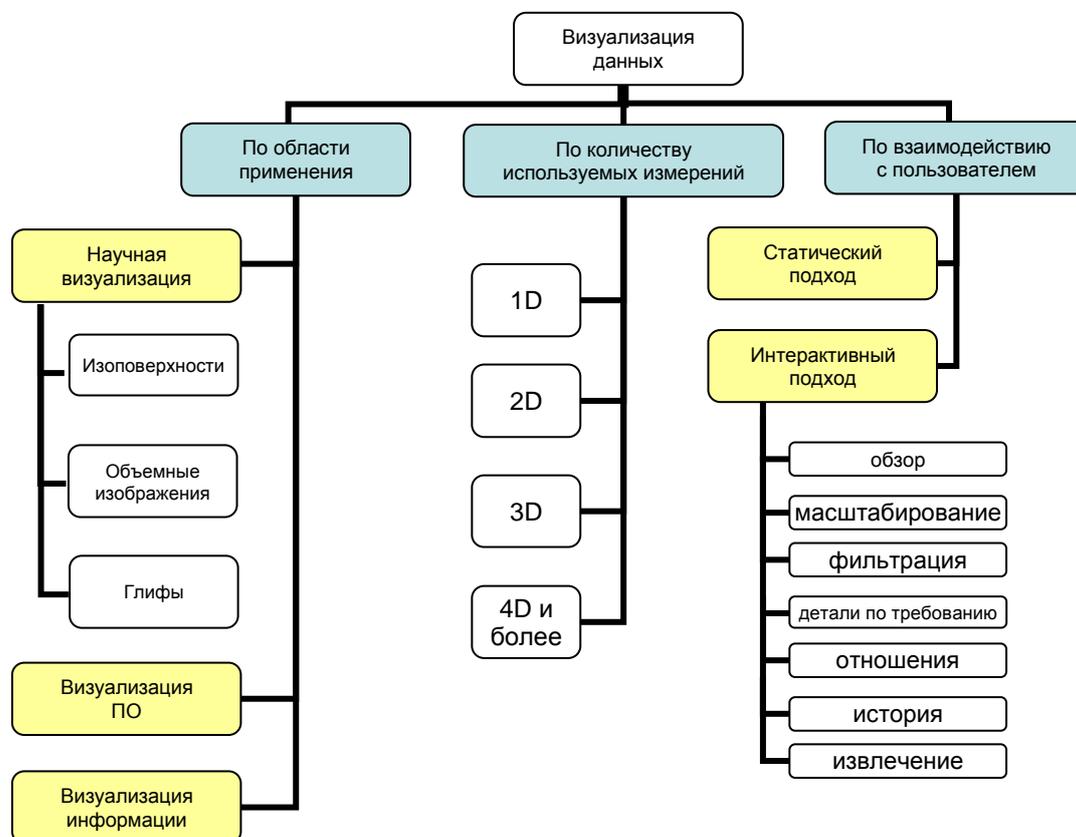


Рис. 1. Классификация методов визуализации по трем критериям: область применения, количество используемых измерений и взаимодействие с пользователем

Под научной визуализацией подразумевается разработка математических моделей, описывающих физические объекты. Ее основные формы представления: изоповерхности, отображающие распределение атрибутов, объемные изображения, широко распространенные в медицине и строительстве для построения моделей, и глифы, которые помогают отобразить множество атрибутов при помощи комбинации различных визуальных сигналов.

Визуализацией ПО называют наглядное представление кода или анимацию работы алгоритмов, которая помогает инженерам управлять разработкой, отладкой и оптимизацией сложного ПО.

Визуализация информации применяется как для структурированной, так и для неструктурированной информации. В первом случае информация представлена в численном виде с заранее заданными переменными, во втором – необходимо сначала определить и проанализировать отображаемые переменные и атрибуты.

Пользователь может взаимодействовать с данными двумя различными способами: статически и интерактивно (рис. 1). При статическом подходе визуализация представляет собой статические изображения данных (например, графики и диаграммы в отчетах). Интерактивный подход реализует оперативное взаимодействие пользователя с системой визуализации для прямой манипуляции изображенными объектами и выбора информации для отображения в режиме реального времени (обзор коллекции, масштабирование, фильтрация, извлечение необходимых данных и т.п.).

На рис. 2 представлена более детальная классификация методов визуализации в зависимости от количества используемых измерений представления.

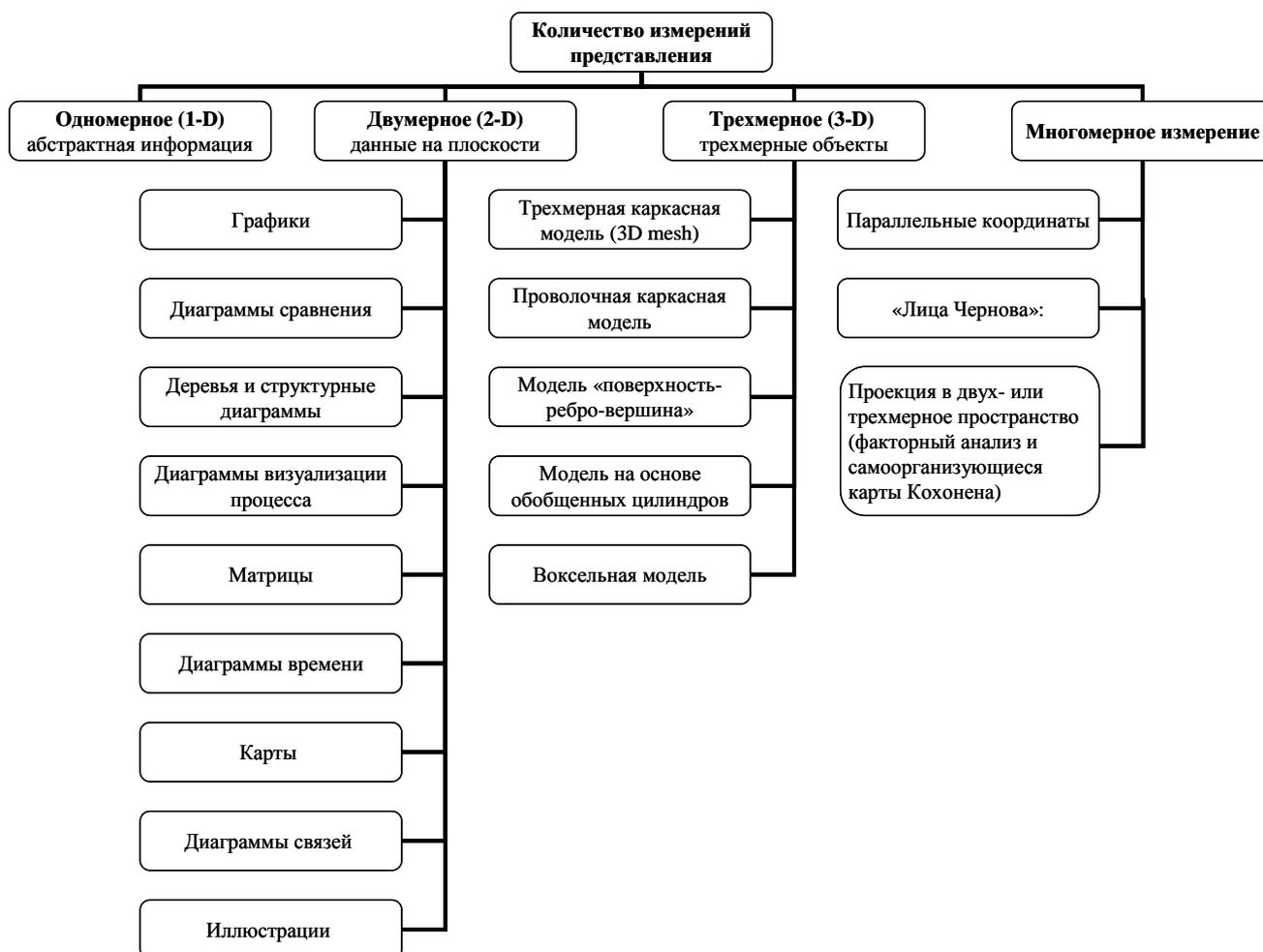


Рис. 2. Классификация методов визуализации по количеству измерений представления [4]

Для отображения абстрактной информации в виде одномерных визуальных объектов, представленных линейно или по окружности, используют одномерную визуализацию (1D), к которой относятся секторная, круговая, кольцевая, лепестковая и столбиковая диаграммы.

Наиболее распространенными и часто используемыми в повседневной жизни являются методы двумерной визуализации (2D), т.е. отображение данных на плоскости в виде изображения. Основные формы представления данного метода отображены на рис. 2.

С развитием компьютерных технологий широкое распространение получила трехмерная или проекционная визуализация, позволяющая представлять информацию в виде трехмерных визуальных объектов, которые человек привык видеть в окружающем его мире. Существуют следующие модели 3D-визуализации:

1. трехмерная каркасная модель (3D mesh) – геометрический способ описания объекта в виде множества вершин и ребер, образующих многоугольники в пространстве (чаще всего треугольник);
2. проволочная каркасная модель: предполагается, что поверхность объекта состоит из плоских кусков, а все ребра являются прямолинейными отрезками;
3. модель «поверхность-ребро-вершина»: модель – структура данных, в которой хранятся все вершины, поверхности и ребра объекта, а также сведения об их топологических взаимосвязях;
4. модель на основе обобщенных цилиндров: модель объекта содержит описание обобщенных цилиндров, их пространственных отношений, глобальные свойства объектов;
5. воксельная модель – представление трехмерного объекта в виде трехмерного массива; элементы массива – воксели (аналог пиксела для трехмерного пространства) могут принимать значения 1 (наличие объекта в данном вокселе) или 0 (отсутствие объекта) [2, 3].

Наибольшую сложность в отображении и анализе представляют методы четырехмерной (4D) и многомерной визуализации, поскольку человеку сложно представить более трех координат в пространстве. При наличии у набора данных более трех измерений возможны два варианта решения: либо использование многомерных методов представления: параллельные координаты (кодирование переменных по горизонтали, вертикальная линия – значения переменной) или лица Чернова (кодирование значений различных переменных в характеристиках или чертах человеческого лица – формы и размера отдельных черт лица); либо размерность данных снижается до двух- или трехмерного представления путем применения факторного анализа или самоорганизующихся карт Кохонена.

Результаты анализа методов визуализации в соответствии с приведенной классификацией представлены в таблице.

Таблица. Анализ методов визуализации данных

Название метода	Особенности метода	Недостатки метода
По области применения		
Научная визуализация	1. Физическая природа визуализируемых объектов, имеющих природные аналоги. 2. Помощь в эффективном познании физических явлений.	Требует высокого уровня теоретических знаний о визуализируемом объекте.
Визуализация программного обеспечения	1. Отсутствие предопределенных геометрических или физических структур.	Ограниченная область применения данного метода визуализации

Название метода	Особенности метода	Недостатки метода
	2. Помощь в управлении разработкой, отладкой и оптимизацией ПО.	данных.
Визуализация информации	Применима к структурированной и неструктурированной информации.	Неспособность анализа сложных закономерностей.
По количеству измерений представления		
1D визуализация	Отображение абстрактной информации.	Не обеспечивает высокую информативность данных.
2D визуализация	Простота восприятия, и как следствие широкое распространение в повседневной жизни человека.	Не подходит для более детального отображения большого объема данных.
3D визуализация	1. Эффективное проектирование сложных систем с высокой степенью детализации. 2. Оперирование привычными для человека образами. 3. Распространение в медицине, архитектуре и строительстве.	Информация характеризуется большим количеством параметров, что затрудняет ее анализ в совокупности.
Многомерная визуализация	Представление информации в виде многомерных объектов путем их проекции в двух- или трехмерное пространство.	Самые большие сложности в восприятии и анализе данных.
По типу взаимодействия пользователя с данными		
Статический поход	Визуализация представляет собой статические изображения данных.	Не позволяет пользователю манипулировать данными в реальном масштабе времени.
Интерактивный подход	Возможность манипулирования данными в режиме реального времени.	Требует определенного уровня знаний и навыков пользователя для работы с большими объемами данных.

Выбор метода визуализации данных зависит от каждого конкретного случая: поставленной задачи и характера набора данных. В этой связи необходимо проанализировать необходимость отображения всех данных или только их части, чтобы избежать избыточности информации в визуальном представлении и упростить анализ данных.

Литература

1. Академик [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dic.academic.ru/>, своб.
2. Zhu B., Chen H. Information visualization // Annual Review of Information Science and Technology. – 2005 – V. 39. – № 1. – P. 139–177.
3. НОУ ИНТУИТ – Способы визуального представления данных. Методы визуализации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.intuit.ru/studies/courses/6/6/lecture/188?page=1>, своб.
4. Визуализация данных: классификация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://experiment.ru/technologies/data-visualization-1/>, своб.

**Нгуен Нгок Куен**

Год рождения: 1994

Факультет систем управления и робототехники, кафедра технологии приборостроения, группа № Р3377

Направление подготовки: 12.03.01 – Приборостроение

e-mail: ngocquyen1981994@gmail.com

Филиппов Александр Николаевич

Факультет систем управления и робототехники, кафедра технологии приборостроения, к.т.н., доцент

e-mail: filippov-alex-nik@yandex.ru

УДК 004.822

ВОЗМОЖНЫЕ МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ВИРТУАЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ MONGODB**Нгуен Н.К., Филиппов А.Н.****Научный руководитель – к.т.н., доцент Филиппов А.Н.**

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615863 «Научные основы создания цифрового производства в приборостроении».

Предложен подход, рассматривающий формализмы представления данных и знаний при разработке экспертных систем для онтологии многоагентной системы. На основе этой системы проведено исследование методов построения и организации виртуального предприятия с применением MongoDB.

Ключевые слова: геоинформационные системы, виртуальное предприятие, MongoDB, GeoJSON, алгоритм, карта.

Геоинформационная система (географическая информационная система, ГИС) – система сбора, хранения, анализа и графической визуализации пространственных (географических) данных и связанной с ними информации о необходимых объектах. ГИС может включать в свой состав пространственные базы данных (в том числе под управлением универсальных систем управления базами данных (СУБД)), редакторы растровой и векторной графики, различные средства пространственного анализа данных [1].

GeoJSON – формат представления различных структур географических данных. Полная структура GeoJSON данных всегда является объектом (с точки зрения JSON). В GeoJSON, объект состоит из набора пар имя или значение – также называемых членов (рисунок, а). Для каждого члена имя всегда является строкой. Значениями членов являются строка, число, объект, массив или один из литералов: true, false и null [2].

```

},
"geometry": {
  "type": "MultiPolygon",
  "coordinates": [
    [
      [ -122.731518140691534, 45.51071927727854 ],
      [ -122.732587699465853, 45.50522522153119 ],
      [ -122.738886212247678, 45.505555674107406 ],
      [ -122.737578973745755, 45.511052396701146 ],
      [ -122.731518140691534, 45.51071927727854 ]
    ],
    [
      [ -122.772707328743067, 45.509094699879341 ],
      [ -122.778103367304325, 45.503640023445001 ],
      [ -122.784705282186849, 45.50638540524541 ],
      [ -122.779106301261166, 45.512050880018514 ],
      [ -122.772707328743067, 45.509094699879341 ]
    ]
  ]
}

```

а



б

Рисунок. Коллекции элементарных объектов GeoJSON данных (а) и изображение формата GeoJSON университета ИТМО на карте (б)

Формат может хранить примитивные типы для описания географических объектов, такие как: точки (адреса и местоположения), линии (улицы, шоссе, границы), полигоны (страны, штаты, участки земли) (рисунок, б). Также могут храниться так называемые мультитипы, которые представляют собой объединение нескольких примитивных типов [3].

В работе была поставлена задача: на основе информации, имеющейся в открытом доступе, исследовать методы организации виртуального предприятия с применением нереляционной СУБД MongoDB. Примеры системы пространственных данных для организации виртуального предприятия включают в себя коллекцию предприятий со списком предприятий в России (Point) и коллекцию областей со списком российских областей (MultiPolygon) [4].

С организацией виртуального предприятия возникает возможность найти предприятия на заданной области. С помощью команды `$geoWithin`, разрешение найти все предприятия в Санкт-Петербурге, имеющего в программном коде вид [5]:

```
var spb = db.russia.findOne( {code: "RU-SPE"} );
db.factory.find( { loc: { $geoWithin : { $geometry : spb.loc } } },
                 { name: 1, type: 1, web: 1, _id: 0 });
```

В результате получим список предприятий в Санкт-Петербурге с изображением на экране консоли:

```
{ "name" : "Петербургский абразивный завод «Ильич» ", "type" : «Абразивный инструмент ",
"web" : "www.pazi.ru" }
{ "name" : "Ленинградский аккумуляторный завод", "type" : "Приборостроительные заводы",
"web" : "www.electrotyaga.ru" }
{ "name" : "Приборостроительный завод «Вибратор»", "type" : "Приборостроительные
заводы", "web" : "www.vbrspb.ru" }
...
```

Аналогично, с помощью команды `$geometry` можно найти все предприятия в Санкт-Петербурге, производящие механический инструмент, и заданный в программном коде вид [5]:

```
db.factory.find( { loc : { $geoWithin : { $geometry : spb.loc } },
                 type : "Механический завод" },
                 { name : 1, type : 1, web : 1, _id : 0 }).sort({ name : 1 });
```

В результате получим четыре завода в Санкт-Петербурге:

```
{ "name" : " Ленинградский механический завод им. К. Либкнехта", "type" : "Механический
завод", "web" : "www.lmz-kl.ru" }
{ "name" : «ПАО Техприбор", "type" : "Механический завод", "web" : "www.techpribor.ru " }
{ "name" : " Альфа Стил", "type" : "Механический завод", "web" : "www.alfastil.spb.ru" }
{ "name" : " Научно-технологический центр «Редуктор", "type" : "Механический завод",
"web" : "www.reduktorntc.ru" }
```

С помощью последнего метода, использующего команду `$near`, можно найти все механические инструментальные предприятия, расположенные ближе чем 20 км от завода «ПАО Техприбор» [5]:

```
db.factory.find(
{ loc : { $near : { $geometry : { type : "Point" ,
                               coordinates : [30.3056673,59.8801323] },
                               $maxDistance : 20000 } },
  type : "Механический завод" }, {name : 1, code : 1, _id : 0 } );
```

Результат получим на экране консоли:

```
{ "name" : " Ленинградский механический завод им. К. Либкнехта, "web" : "www.lmz-kl.ru" }
{ "name" : " Научно-технологический центр «Редуктор», "web" : "www.reduktorntc.ru" }
```

Организация виртуального предприятия с применением СУБД MongoDB после оптимизации базы данных дает возможность работать с большими базами данных и применять геопространственный индекс.

К текущим недостаткам можно отнести следующие:

- сложно собирается база данных и MongoDB;
- отсутствует интерфейс для обычных пользователей.

Литература

1. Геоинформационная система [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Геоинформационная_система, своб.
2. The GeoJSON Format Specification [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://geojson.org/geojson-spec.html>, своб.
3. GeoJSON [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/GeoJSON#.D0.98.D1.81.D1.82.D0.BE.D1.80.D0.B8.D1.8F>, своб.
4. Creating Geo-Enabled applications with MongoDB, GeoJSON and MySQL [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.percona.com/blog/2016/04/15/creating-geo-enabled-applications-with-mongodb-geojson-and-mysql>, своб.
5. Geospatial Index Tutorials [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.mongodb.com/v3.0/administration/indexes-geo>, своб.



Невенчанная Анита Юрьевна

Год рождения: 1994

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра информатики и прикладной математики, группа № P4217

Направление подготовки: 09.04.04 – Программная инженерия

e-mail: anita.neven@mail15.com



Симоненко Зинаида Григорьевна

Год рождения: 1950

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра информатики и прикладной математики,

к.т.н., ст. преподаватель

e-mail: ZGSim@yandex.ru

УДК 004.89

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ АКУСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК С ЦЕЛЬЮ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ПЧЕЛИНЫХ СЕМЕЙ

Невенчанная А.Ю., Симоненко З.Г.

Научный руководитель – к.т.н., ст. преподаватель Симоненко З.Г.

В работе рассмотрена возможность применения искусственной нейронной сети для автоматического анализа акустических характеристик состояния пчелиной семьи. Выделены состояния пчелиных семей, по которым производится классификация, приведены способы представления входных и выходных данных для нейронной сети.

Ключевые слова: искусственная нейронная сеть, представление данных, частотный диапазон, алгоритм обратного распространения ошибки, пчелиная семья.

Введение. Пчеловодство представляет собой предметную область со специфическим набором проблем и задач. При содержании пасеки важен периодический осмотр ульев, что является трудоемкой работой. Дополнительной проблемой является то, что пасека нередко располагается на большом расстоянии от места жительства пчеловода, из-за чего пчеловод вынужден совершать затратные по времени поездки для проверки ульев.

Эта проблема может быть решена путем реализации автоматизированной системы сигнализации состояния пчелиной семьи, определяющей состояние пчел посредством анализа акустических данных, регистрируемых в улье.

Целью работы являлось исследование применения нейронных сетей для классификации акустических характеристик состояния пчелиной семьи.

В задачу исследования входило выявление и анализ состояний пчелиной семьи, а также обоснование применимости искусственных нейронных сетей для целей классификации акустических характеристик.

Обзор существующих решений. Из современных систем-аналогов наиболее широко используемыми являются Arnia [1] и SolutionBee [2].

Система SolutionBee предоставляет пользователю функции наблюдения за температурой и весом улья. По двум данным характеристикам достаточно сложно судить о состоянии самой пчелиной семьи, особенно при отсутствии экспертных знаний у пользователя.

В системе Arnia присутствуют функции наблюдения за весом, температурой, влажностью воздуха в улье, а также реализован акустический анализ состояния пчелиной семьи с помощью программы, написанной на языке Octave [3]. В настоящее время – это единственная из применяемых в практике систем наблюдения за ульем, осуществляющая классификацию акустических характеристик и на их основе предоставляющая пользователю информацию о состоянии пчелиной семьи.

В работе предложен вариант реализации программы-классификатора с использованием искусственной нейронной сети.

Обоснование использования искусственной нейронной сети в качестве классификатора. При работе с акустическими данными улья отсутствует линейная разделимость классов для параметров, характеризующих состояние пчелиной семьи. Однозначное разграничение значений параметров, характеризующих то или иное состояние улья, невозможно, поэтому в данном случае возможно говорить только о вероятностной разделимости классов. Как следствие, для осуществления классификации акустических характеристик с целью диагностирования состояния пчелиной семьи требуется реализация интеллектуальной системы (ИС).

Искусственную нейронную сеть, по сравнению с другими видами ИС, целесообразно использовать, когда имеется большая статистическая выборка, содержащая в себе примеры, относящиеся ко всем классам, по которым ведется классификация.

К преимуществам нейронных сетей относятся:

- способность решать задачи при неизвестных закономерностях: обучаясь на множестве примеров, нейронная сеть способна решать задачи, в которых неизвестны зависимости между входными и выходными данными;

- устойчивость к шумам во входных данных: возможность сети работать при наличии большого числа шумовых входных сигналов. Отсутствует необходимость делать их предварительный отсев – нейронная сеть сама определит их непригодность для решения задачи;
- адаптирование к изменениям окружающей среды: нейронные сети, обученные работать в определенной среде, могут быть легко переучены для работы в условиях незначительных колебаний параметров среды;
- потенциальное быстродействие: нейронные сети обладают потенциальным сверхвысоким быстродействием за счет массового параллелизма обработки информации [4].

Исходные данные. Нейронная сеть работает с акустическими данными, записываемыми в улье в реальном масштабе времени в течение определенного интервала.

Входной слой сети имеет 600 нейронов, что соответствует возможному диапазону записываемых частот (0–600 Гц). На каждый из входных нейронов подается величина уровня звука (звукового давления) в децибелах, соответствующая частоте с индексом этого нейрона.

Выявление состояний пчелиной семьи. Для установления корреляции спектра звука пчелиной семьи проанализированы экспериментальные данные [5] и выделены следующие состояния:

- нормальное состояние пчелиной семьи (весна, лето, осень, зима);
- состояние пчелиной семьи при выведении матки;
- отсутствие матки;
- состояние пчелиной семьи на момент трансформации (зима/весна);
- зимнее подкармливание пчелиной семьи;
- лет пчел в медоносный период;
- роение;
- состояние семьи после отделения роя;
- болезненное состояние пчел;
- внешнее воздействие.

Представление выходных значений. Выходной слой сети имеет 15 узлов, что соответствует количеству возможных характеристик состояния пчелиной семьи (13 выявленных состояний + 2 резервных состояния).

Номер класса, к которому отнесен образец, определяется номером выходного узла сети, на котором появилось максимальное значение. Значения на всех остальных узлах устанавливаются в 0.

Выбор метода обучения нейронной сети. При выборе алгоритма обучения искусственной нейронной сети рассматривались алгоритмы обучения «с учителем»: их использование закономерно при наличии большой выборки данных, подходящих для подготовки обучающей выборки.

В качестве метода обучения искусственной нейронной сети был выбран алгоритм обратного распространения ошибки, как наиболее распространенный и широко используемый в настоящее время метод.

Обучение алгоритмом обратного распространения ошибки предполагает два прохода по всем слоям сети: прямого и обратного.

При прямом проходе входной вектор подается на входной слой нейронной сети, после чего распространяется по сети от слоя к слою. В результате генерируется набор выходных сигналов, который и является фактической реакцией сети на данный входной образ.

Во время обратного прохода фактический выход сети вычитается из желаемого, в результате чего формируется сигнал ошибки. Этот сигнал впоследствии распространяется по сети в

направлении, обратном направлению синаптических связей. Синаптические веса настраиваются с целью максимального приближения выходного сигнала сети к желаемому [4].

Заключение. В работе проанализировано и обосновано применение искусственной нейронной сети для решения задачи классификации акустических характеристик состояния пчелиной семьи. Выделены состояния, по которым будет вестись классификация, определена структура сети, выбран метод ее обучения, а также приведены способы представления входных и выходных данных нейронной сети.

Литература

1. How Does it Work? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.arnia.co.uk/how-it-works/>, своб.
2. Solutionbee Products [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://solutionbee.com/?page_id=145, своб.
3. Beng H.E., Evans S. Remote Hive Monitoring [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.apimondia.com/congresses/2013/Economy/Plenary-Session/Remote%20Hive%20Monitoring%20-%20Hu%20Evans%20Beng.pdf>, своб.
4. Еременко Ю.И., Глущенко А.И. Интеллектуальные системы и технологии. Конспект лекций. – Старый Оскол: СТИ НИТУ «МИСиС», 2012. – 166 с.
5. Овсянников Д.В., Симоненко З.Г. Автоматизация контроля состояния пчелиной семьи акустическими методами // Альманах научных работ молодых ученых Университета ИТМО. – 2016. – Т. 4. – С. 63–66.



Николаев Алексей Дмитриевич

Год рождения: 1990

Факультет систем управления и робототехники,
кафедра технологии приборостроения, группа № P4277

Направление подготовки: 12.04.01 – Приборостроение

e-mail: senatorfirst1@gmail.com

УДК 621.9.025.728.78:621.914.22:621.9-05:621.9.08

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ КОНЦЕВЫХ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ ФРЕЗ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ SANDVIK И KENDU И ШЕРОХОВАТОСТИ ОБРАБОТАННЫХ ИМИ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Николаев А.Д.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Помпеев К.П.

В работе представлены результаты исследований и сравнительного анализа износостойкости цельных концевых твердосплавных фрез некоторых производителей, а также шероховатости обработанной ими поверхности заготовок из алюминий-магниевого сплава. Приведены некоторые рекомендации по выбору инструмента, обеспечивающего требуемые параметры шероховатости.

Ключевые слова: фрезерная обработка, металлорежущий инструмент, цельные концевые твердосплавные фрезы, износостойкость, металлообработка, шероховатость поверхности.

Каждое предприятие, занимающееся механической обработкой, стремится обеспечить высокий показатель шероховатости обрабатываемых поверхностей и свести к минимуму расход инструмента во время изготовления продукции. Получить подобный результат возможно при правильном выборе необходимого инструмента. Для этого необходимо

провести ряд исследований, которые помогут выбрать наиболее подходящего производителя инструмента для требуемых условий [1–3].

Основной **целью работы** являлось исследование износостойкости инструмента и шероховатости поверхности обработки этим инструментом.

Для проведения исследований были использованы цельные концевые твердосплавные фрезы следующих производителей металлорежущего инструмента:

- Kendu;
- Sandvik Coromant.

Материал, на котором проводились исследования:

- Алюминиевый деформируемый сплав АМг6 ГОСТ 4784-97.

В качестве металлообрабатывающего оборудования был выбран фрезерный вертикальный обрабатывающий центр с числовым программным управлением EXTRON M422, который находится на действующем предприятии АО «Концерн» НПО «Аврора». Его характеристики полностью позволяют провести эксперимент.

Для замера диаметра инструмента был выбран контактный датчик Renishaw TS27R для наладки инструмента, который закреплен непосредственно на столе обрабатывающего центра.

Для исследования шероховатости обработанных поверхностей был применен прибор для измерений параметров шероховатости, волнистости и профиля поверхности HOMMEL TESTER T8000. Прибор находится на кафедре ТПС Университета ИТМО.

Для обработки были определены следующие параметры:

- скорость резания – 301,6 м/мин;
- подача на зуб – 0,09 мм/зуб;
- минутная подача – 1440 мм/мин;
- скорость вращения шпинделя – 8000 об/мин;
- непрерывное время работы – 15 мин;
- длина пути резания – 21600 мм;
- глубина резания – 12 мм;
- ширина резания – 12 мм.

Предварительно, перед прохождением полного пути обработки, был произведен первичный замер диаметра абсолютно нового инструмента после его первичного прохода длительностью 5 с и длиной пути, равной 120 мм. Затем было проведено измерение шероховатости поверхности после первичного прохода инструмента.

По завершению обработки и прохождению полного пути, был проведен вторичный замер диаметра инструмента и вторичное измерение шероховатости полученной поверхности.

Результаты этих замеров и полученные на основе них данные об износе инструментов представлены в табл. 1. Результаты измерения параметров шероховатости поверхности, обработанной торцом фрезы Sandvik, представлены в табл. 2. Результаты измерения параметров шероховатости поверхности, обработанной торцом фрезы Kendu, представлены в табл. 3. Величины интервалов параметров шероховатости поверхностей, обработанных торцом фрез Sandvik и Kendu, представлены в табл. 4. Для каждого параметра эти величины интервалов определены как модуль разницы их первичного и вторичного замеров, что косвенно характеризует зону износа инструмента.

Таблица 1. Замер и износ диаметра инструмента

№	Наименование производителя и инструмент	Первичный замер, мм	Вторичный замер, мм	Износ, мм
1	Sandvik 12030-AC22P – Ø12 мм	Ø 12,018	Ø 12,008	0,010
2	Kendu UniKenCut 3200.57 – Ø12 мм	Ø 11,984	Ø 11,968	0,016

Таблица 2. Результаты измерения параметров шероховатости поверхности, обработанной торцом фрезы Sandvik

Первичный замер		Вторичный замер	
R_a	0,70 мкм	R_a	0,82 мкм
R_z	3,35 мкм	R_z	3,82 мкм
R_t	3,64 мкм	R_t	4,17 мкм
R_q	0,82 мкм	R_q	0,96 мкм

Таблица 3. Результаты измерения параметров шероховатости поверхности, обработанной торцом фрезы Kendu

Первичный замер		Вторичный замер	
R_a	0,85 мкм	R_a	0,72 мкм
R_z	5,19 мкм	R_z	3,35 мкм
R_t	8,32 мкм	R_t	3,94 мкм
R_q	1,09 мкм	R_q	0,83 мкм

Таблица 4. Величины интервалов параметров шероховатости поверхностей, обработанных торцом фрез Sandvik и Kendu

Sandvik			Kendu		
$R_a =$	$ 0,70-0,82 =$	0,12 мкм	$R_a =$	$ 0,85-0,72 =$	0,13 мкм
$R_z =$	$ 3,35-3,82 =$	0,47 мкм	$R_z =$	$ 5,19-3,35 =$	1,84 мкм
$R_t =$	$ 3,64-4,17 =$	0,53 мкм	$R_t =$	$ 8,32-3,94 =$	4,38 мкм
$R_q =$	$ 0,82-0,96 =$	0,14 мкм	$R_q =$	$ 1,09-0,83 =$	0,26 мкм

Основываясь на результатах исследований, представленных в таблицах, можно сказать, что за время работы инструмента, фрезы Sandvik находились в зоне нормального износа, чего нельзя сказать о фрезах Kendu. Фрезы производства Kendu находились в зоне приработки и только в конце времени обработки достигли значений, схожих со значениями Sandvik в начале обработки. В результате можно предположить, что фрезы производства Kendu при переходе в зону нормального износа будут изнашиваться быстрее, чем фрезы производства Sandvik.

Результаты показали, что фрезы производителя Kendu полностью удовлетворяют требованиям по шероховатости обработанной поверхности, но в связи с их малой износостойкостью срок службы инструмента заметно сокращается, что приводит к его большому расходу. Sandvik Coromant позволяет выполнить требования шероховатости обработанной поверхности и имеет более высокую износостойкость, что, в свою очередь, обеспечивает более продолжительное время его работы и меньший расход.

Общие рекомендации по выбору производителя фрез. На основании проведенных исследований можно дать следующие рекомендации:

- инструмент производителя Kendu позволяет выполнить необходимые требования шероховатости, но из-за своей износостойкости не позволяет работать на протяжении длительного времени. Шероховатость обработанной поверхности ближе к получистой;
- инструмент производителя Sandvik Coromant полностью выполняет необходимые требования шероховатости поверхности при обеспечении его длительного срока службы. Шероховатость обработанной поверхности лежит в диапазоне чистой обработки даже после длительной работы инструмента.

Литература

1. Каталог SANDVIK COROMANT 2011 Вращающийся металлорежущий инструмент и оснастка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lab2u.ru/katalog-sandvik-coromant-2011-rezhushchii-instrument-dlia-frezerovaniia-sverleniia-rastachivaniia->

- razvertyvaniia-shpindelnaia-stanochnaia-osnastka-frezy-tverdosplavnye-sverla-mekhanicheskim-krepleniem-plastin-produktsiia-kompanii-sandvik-shvetciia-lab2u.html, своб.
2. СКИФ-М. Инструмент для фрезерования и сверления. Каталог СКИФ-М 2015 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://skif-m.net/temp/SKIF-M%20Catalog_2015m.pdf, своб.
 3. Kendu. Обработка решения 2012. Каталог Kendu 2012 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://nctool.ru/upload/iblock/587/801-katalog-tm-kendu-frezy.pdf>, своб.

**Новик Даниил Валерьевич**

Год рождения: 1995

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра компьютерных образовательных технологий, группа № P4220Направление подготовки: 09.04.02 – Информационные системы
и технологииe-mail: laker.mm@gmail.com**Меженин Александр Владимирович**

Год рождения: 1959

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра графических технологий, к.т.н., доцентe-mail: mejenin@mail.ru

УДК 004.432

**ИЗМЕРЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ JAVASCRIPT НА КЛИЕНТСКОЙ
СТОРОНЕ В ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯХ****Новик Д.В., Меженин А.В.****Научный руководитель – к.т.н., доцент Меженин А.В.**

Основная часть современных веб-приложений использует JavaScript для придания динамичности контента. Поскольку JavaScript выполняется на стороне клиента, существует множество различных комбинаций оборудования и программного обеспечения. В работе описана разработка универсального метода измерения производительности JavaScript в веб-приложениях. Сперва производится обзор возможных методов, после которых реализуется собственный метод профилирования. Затем разрабатывается инструмент для автоматизированного применения метода, чтобы позволить легкую интеграцию с любым веб-приложением. Разработанный метод оказался точным и простым в использовании.

Ключевые слова: производительность, веб-приложение, JavaScript, профилирование.

Для создания эффективных веб-приложений необходимо выявить проблемы производительности, которые могут появиться в процессе работы. Поскольку веб-приложение – это клиент-серверное приложение, то проблемы производительности могут возникнуть как на стороне клиента, так и на стороне сервера. В работе автор рассматривал методы измерения производительности JavaScript на стороне клиента, поскольку все современные приложения используют именно этот язык программирования для придания динамичности контенту [1–5].

Веб-приложения – клиент-серверное приложение, в котором клиентом выступает браузер, а сервером веб-сервер. Логика веб-приложения распределена между сервером и клиентом, хранение данных осуществляется, преимущественно, на сервере, обмен

информацией происходит по сети. Одним из преимуществ такого подхода является тот факт, что клиенты не зависят от конкретной операционной системы пользователя, поэтому веб-приложения являются кроссплатформенными сервисами.

Исходя из этого, можно понять, что основным фактором, который оказывает влияние на производительность веб-приложений на клиентской стороне, является сам браузер. На данный момент существует огромное количество браузеров, каждый из которых использует различные движки для отображения страниц и интерпретации JavaScript. Для исследования были рассмотрены 5 самых популярных браузеров: Google Chrome, Mozilla Firefox, Internet Explorer, Opera, Safari.

Существует множество сервисов для измерения производительности браузеров, самые популярные из них: Browsermark, Peacekeeper, Kraken. Все они направлены на измерение статического поведения JavaScript. Каждый из сервисов содержит свою последовательность JavaScript-тестов, после прохождения которых выдается итоговый результат производительности браузера. Все эти сервисы не подходят для измерения производительности на конкретном веб-приложении, поэтому были рассмотрены другие методы.

Каждый браузер имеет свой профилировщик, с помощью которого можно измерить скорость выполнения JavaScript-функций. Ручное профилирование является базовым методом для анализа производительности веб-приложения на стороне клиента. Этот метод является самым точным (рис. 1) и является эталонным, он не влияет на производительность, однако имеет огромный минус. Если пользователь приложения столкнулся с проблемой производительности, ему нужно будет разобраться с работой профилировщика, что является непростой задачей для неопытного пользователя персонального компьютера (ПК).

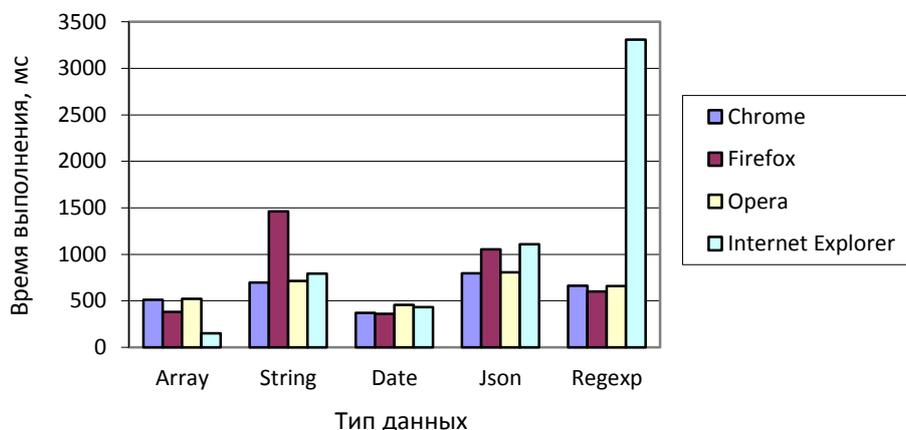


Рис. 1. Результаты измерения производительности методом ручного профилирования

Существует метод логирования, который заключается в том, что в JavaScript-код добавляются точки запуска и остановки профилировщика. Применить метод можно с помощью подключения JavaScript-файла, в котором реализован функционал логирования. Преимуществом этого метода по сравнению с предыдущим методом является то, что пользователю, столкнувшемуся с проблемой производительности, не нужно будет разбираться в работе профилировщика. Разработчик сам включает логирование на нужном участке кода, после выполнения которого профиль будет отправлен на сервер, чтобы найти место, где появляется проблема.

В методе логирования существуют некоторые недостатки. При запуске профилировщика на некоторое время, профиль может стать слишком большим по объему, чтобы легко обработать его. Решение этой проблемы достигается путем объединения вызовов одинаковых функций. Второй недостаток метода – обработка непустых возвращаемых значений. Если в возвращаемом значении функции выполняются сложные операции, то время их выполнения измеряться не будет, что мешает точно выявить

проблему производительности. Результаты измерения производительности этим методом представлены на рис. 2.

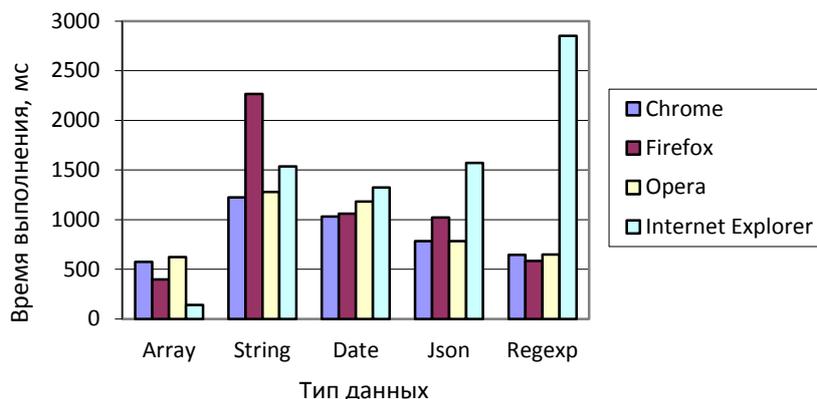


Рис. 2. Результаты измерения производительности методом ручного логирования

Учитывая недостатки двух методов, был разработан свой метод профилирования производительности, который основан на методе логирования. Недостатки метода логирования были решены, а также был разработан инструмент для автоматизации процесса добавления точек запуска и остановки профилировщика. Инструмент можно внедрить в любой проект и очень легко подготовить все для измерения производительности нужных участков web-приложения.

Для измерения точности методов были разработаны тесты JavaScript для каждого типа данных. Каждый из тестов был запущен на пяти браузерах по несколько тысяч раз. Все тесты производились на виртуальной машине, в качестве эталонного метода был выбран метод с использованием встроенного в браузер профилировщика. Результаты разработанного метода были близки к эталонному методу, поэтому можно считать разработанный метод точным (рис. 3).

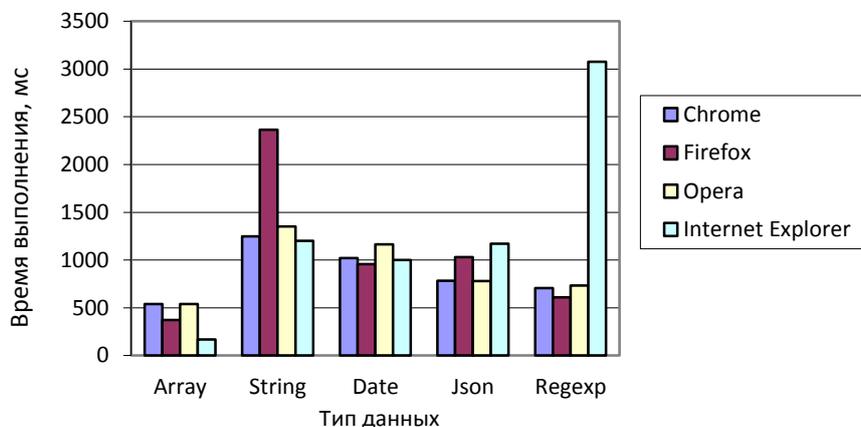


Рис. 3. Результаты измерения производительности разработанным методом

Разработанный метод позволяет легко и быстро выявить проблемы производительности JavaScript на клиентской стороне веб-приложений. Однако не стоит забывать, что существуют и другие проблемы на клиентской стороне, которые могут влиять на производительность: медленное соединение, плохая производительность ПК и многое другое.

Литература

1. Пьюривал С. Основы разработки веб-приложений. – СПб.: Питер, 2015. – 272 с.
2. Маккоу А. Веб-приложения на JavaScript. – Изд-во: O'Reilly, 2012. – 288 с.
3. Роббинс Д.Н. HTML5, CSS3 и JavaScript. Исчерпывающее руководство. – 4-е изд. – М.: Эксмо, 2014. – 516 с.

4. Кантелон М., Хартер М., Головайчук Т., Райлих Н. Node.js в действии. – ООО Изд-во «Питер», 2014. – 548 с.
5. Кочергина А.М., Меженин А.В. Анализ производительности графических приложений на основе технологий HTML5 и WebGL // Научный альманах. – 2016. – № 11-2(25). – С. 152–154.



Панфилов Пётр Анатольевич

Год рождения: 1993

Факультет систем управления и робототехники, кафедра технологии приборостроения, группа № P4283

Направление подготовки: 12.04.01 – Приборостроение

e-mail: tortbiscuits@gmail.com

УДК 681.7.054

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ОСНАСТКИ
ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ АСФЕРИЧЕСКОЙ ОПТИКИ МАЛОРАЗМЕРНЫМ
ИНСТРУМЕНТОМ**

Панфилов П.А.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Андреев Ю.С.

Работа выполнена в рамках договора с предприятием АО «НИИ ОЭП» о совместной деятельности по подготовке специалистов.

Работа посвящена разработке специализированной оснастки в виде фальшборта для изготовления асферической оптики при помощи технологии автоматизированного формообразования асферических поверхностей оптических деталей малоразмерным инструментом в свободном абразиве, а также анализу возможности применения аддитивных технологий для изготовления данной оснастки.

Ключевые слова: формообразование асферических поверхностей, шлифование, полирование, оснастка, фальшборт, аддитивные технологии.

В настоящее время существует множество технологий изготовления асферических поверхностей оптических деталей, самыми эффективными из которых принято считать технологии, основанные на снятии избыточного слоя материала при помощи абразивной обработки [1]. Одной из таких технологий, успешно применяемых предприятием «НИИ ОЭП» для изготовления зеркал в рамках единичного и мелкосерийного производства, является технология автоматизированного формообразования асферических поверхностей оптических деталей малоразмерным инструментом при помощи свободного абразива [2].

Целью работы являлось решение проблемы выхода в процессе доводки инструмента на краевую зону обрабатываемой поверхности. На данный момент для решения проблемы применяется специализированная оснастка, называемая фальшбортом, позволяющая инструменту в процессе обработки выходить за световую апертуру обрабатываемой поверхности. В результате все ошибки, связанные с особенностями движения инструмента по растровой траектории, остаются на поверхности фальшборта, а не на поверхности обрабатываемой заготовки [3]. Учитывая, что изготовление оптических зеркал осуществляется в рамках единичного и мелкосерийного производства, габаритные размеры, а также конфигурация и форма рабочей поверхности каждой оптической детали индивидуальны. Следовательно, задача сводится к разработке и изготовлению индивидуальной специализированной оснастки в виде фальшборта для каждой новой

оптической детали. Применение в данном случае для изготовления оснастки комплекса станочного оборудования сопряжено с увеличенными трудозатратами и загрузкой оборудования, также участвующего в производстве. В работе рассмотрены возможности применения аддитивных технологий для изготовления фальшборта.

Анализ современных аддитивных технологий позволил выявить ряд удовлетворяющих требованиям, предъявляемым к фальшборту, технологий, одной из которых является технология PolyJet от компании Stratasys [4, 5].

В качестве примера оптической детали, для которой необходимо изготовить оснастку, было выбрано внеосевое параболическое зеркало диаметром 5 дюймов. Данная деталь уже прошла операцию асферизацию и кругление (уменьшение диаметра заготовки посредством удаления материала шлифовкой), после которого контроль зафиксировал отклонения формы поверхности, что связано с перераспределением внутренних напряжений вследствие удаления материала. Для исправления отклонений формы поверхности требуется провести доводку, для выполнения которой необходимо разработать и изготовить соответствующую оснастку в виде фальшборта.

Руководствуясь данными, представленными в конструкторской документации на данное внеосевое параболическое зеркало, а также данными, представленными в конструкторской документации на типовые фальшборты, в САД-системе CATIA была разработана 3D-модель фальшборта (рисунок, а).

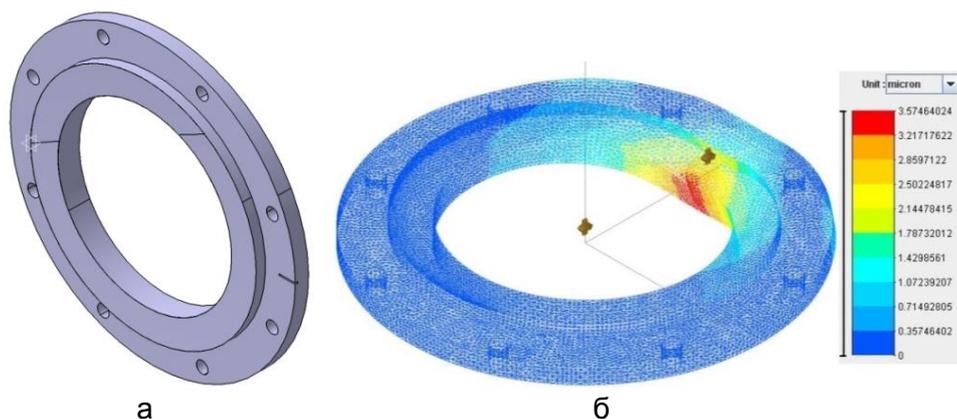


Рисунок. 3D-модель фальшборта для пятидюймового внеосевого параболического зеркала (а); результаты анализа конструкции фальшборта с учетом свойств материала FullCure 720 (б)

Для изготовления при помощи аддитивных технологий был выбран материал FullCure 720, доступный для печати на 3D-принтере Objet Eden 350v, близкий по своим характеристикам к фторопласту и полиацетали. Также был проведен анализ в САЕ-системе OOFELIE конструкции фальшборта на деформацию. В ходе анализа была рассмотрена ситуация с полным выходом инструмента на поверхность фальшборта, для чего была задана статическая нагрузка на фальшборт в области, равно удаленной от ближайших элементов крепления. Результаты анализа показали, что максимальная деформация конструкции фальшборта для материала FullCure 720 составляет 3,575 мкм (рисунок, б). Полученный результат близок к результату, полученному при анализе конструкции с учетом свойств материала полиацетали, и считается приемлемым, поскольку доводка будет осуществляться при помощи инструмента с упругой подложкой.

В ходе работы был проведен анализ технологии, применяемой для изготовления оптических деталей с асферической формой поверхности, в результате была выявлена необходимость разработки и изготовления специализированной оснастки для операций доводки асферических поверхностей. В процессе выполнения работы был проведен анализ существующих аддитивных технологий, среди которых была выбрана наиболее подходящая для решения задачи изготовления оснастки. Также при помощи САЕ-системы OOFELIE был проведен анализ конструкции фальшборта для внеосевого параболического зеркала с учетом характеристик подобранного материала. В дальнейшем планируется изготовить опытный образец фальшборта для внеосевого параболического зеркала при помощи аддитивных

технологий и провести испытания опытного образца в ходе доводки рабочей поверхности данной оптической детали. Эффективность применения опытного образца будет оцениваться по результатам промежуточного контроля формы поверхности оптической детали.

Литература

1. Заказнов Н.П., Горелик В.В. Изготовление асферической оптики. – М.: «Машиностроение», 1978. – 248 с.
2. Михайлов В.В., Парака А.В., Чекаль В.Н., Чудаков Ю.И., Чухнин А.Я., Шевцов С.Е. Технология автоматизированного формообразования для производства оптических элементов // Оптический журнал. – 2009. – № 9(76). – С. 82–86.
3. Окатов М.А., Антонов Э.А., Байгожин А. и др. Справочник технолога-оптика / Под ред. М.А. Окатова. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Политехника, 2004. – 679 с.
4. Валетов В.А. Аддитивные технологии (состояние и перспективы). Учебное пособие. – СПб.: Университет ИТМО. – 2015. – 63 с.
5. 3D печать. Технологии 3D печати. Применение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://3dtoday.ru/wiki/3D_print_technology, своб.



Петров Максим Михайлович

Год рождения: 1994

Факультет систем управления и робототехники, кафедра технологии приборостроения, группа № Р4185

Направление подготовки: 09.04.01 – Информатика и вычислительная техника

e-mail: p.maks.runner@mail.ru

УДК 372.862:004.771:004.773.5

ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ УДАЛЕННОГО ДОСТУПА СТУДЕНТОВ К ЛАБОРАТОРНОМУ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ ОБОРУДОВАНИЮ

Петров М.М.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Помпеев К.П.

В работе рассмотрены вопросы организации удаленного доступа с возможностью дальнейшего проведения дистанционных занятий преподавателем для студентов, как правило, с ограниченными возможностями передвижения с использованием технологического оборудования кафедры ТПС Университета ИТМО. В процессе выполнения работы сформулированы принципы организации удаленного доступа студентов к лабораторному технологическому оборудованию.

Ключевые слова: удаленный доступ, принципы организации, технологическое оборудование, дистанционная работа, числовое программное управление.

Удаленный доступ – очень широкое понятие, которое включает в себя различные типы и варианты взаимодействия технологического оборудования, компьютеров, сетей и приложений [1]. Удаленное управление технологическим оборудованием осуществляется посредством локальной или Интернет-сети. Иначе говоря, преподаватель и студенты имеют доступ к необходимому станку с числовым программным управлением (ЧПУ) через локальную сеть или сеть Интернет и могут следить за состоянием обработки определенных заготовок, принимать меры по устранению неполадок, проводить практические занятия. Благодаря удаленной работе повышается эффективность обучения за счет индивидуальной работы студента, также появляется возможность организации дистанционного обучения. Кроме того, дистанционное подключение может быть использовано научными лабораториями университета для проведения научной или практической деятельности.

Удаленный доступ на кафедре ТПС Университета ИТМО осуществляется по приведенной схеме, указанной на рисунке.

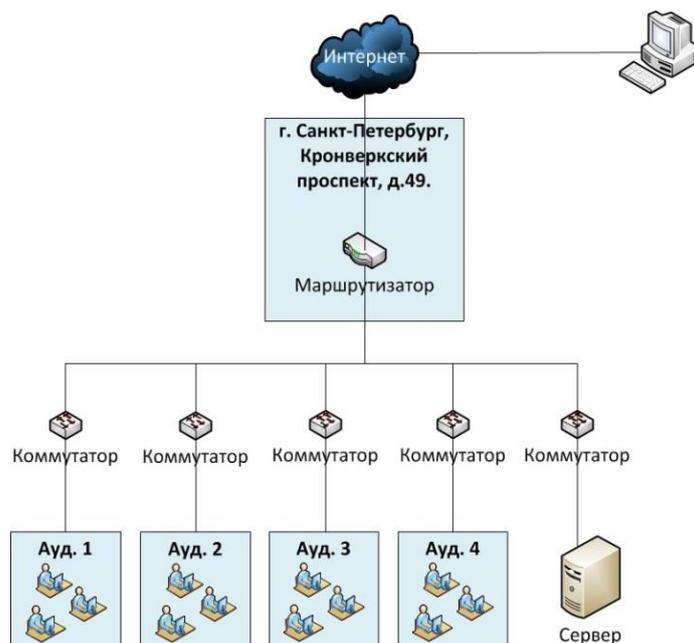


Рисунок. Схема организации сети кафедры ТПС Университета ИТМО [2]

При подключении к кафедральному компьютеру, под управлением которого находится станок с ЧПУ, извне сигнал попадает на маршрутизатор кафедры. Маршрутизатор пересылает данные между различными сегментами сети.

На начальном этапе выполнения работ были сформулированы следующие принципы организации удаленного доступа студентов к технологическому лабораторному оборудованию:

- принцип наличия достаточной скорости Интернет-соединения;
- принцип допуска к оборудованию после прохождения тестирования;
- принцип обеспечения обратной связи;
- принцип методического сопровождения занятия;
- принцип контролируемого интерактивно-директивного управления оборудованием;
- принцип «работа в оболочке».

Рассмотрим более подробно каждый принцип.

- Принцип наличия достаточной скорости Интернет-соединения. Под достаточной скоростью Интернет-соединения следует понимать передачу звукового и видеоконтента без задержек и потерь связи в режиме реального времени. По результатам проведения анализа различных программ для удаленного подключения, а также популярных видеочатов (Skype, WhatsApp, Viber) составлена таблица, в которой отображена информация о скорости интернета для работы с аудио- и видеоконтентом.

Таблица. Зависимость просмотра видео от скорости интернета

Скорость интернета	Комментарии
512 кбит/с	недостаточно для просмотра онлайн-видео
4 Мбит/с	достаточно для просмотра онлайн-видео в качестве до 480p
6 Мбит/с	достаточно для просмотра онлайн-видео в качестве до 720p
16 Мбит/с	достаточно для просмотра онлайн-видео в качестве вплоть до 2К
30 Мбит/с	достаточно для просмотра онлайн-видео в качестве вплоть до 4К
60 Мбит/с и выше	достаточно для просмотра онлайн-видео в любом качестве

- Принцип допуска к оборудованию после прохождения тестирования. Допуск к станкам с ЧПУ студентов осуществляется после прохождения тестирования в специальной обучающей программе, в которой студенты познакомятся с основами создания управляющих программ на стойках Sinumerik, техническими характеристиками оборудования и требованиями безопасности при работе с оборудованием.
- Принцип обеспечения обратной связи. Под обратной связью понимается возможность преподавателя через программное обеспечение посредством чата и голоса взаимодействовать со студентами, а также управлять подключением и при необходимости блокировать подключенных пользователей. При организации учебных занятий с технологическим оборудованием часть студентов под руководством преподавателя будут находиться непосредственно у станка, а вторая половина сможет удаленно подключаться к оборудованию. Исходя из требований безопасности, непосредственное удаленное взаимодействие со станками с ЧПУ недопустимо. Это обусловлено требованиями безопасности.
- Принцип методического сопровождения занятий. Занятия, проводимые преподавателем посредством удаленного доступа, должны сопровождаться методическими указаниями по лабораторным работам, примерами составления управляющих программ для станков с ЧПУ, методическими указаниями по настройке оборудования, тестированием. Материал должен быть структурирован. Студенты, занимающиеся удаленно, должны видеть и слышать преподавателя, а также своевременно выполнять его указания и заниматься конспектированием занятия.
- Принцип интерактивно-директивного управления оборудованием. Студенты посредством удаленного доступа работают через графический интерфейс операционной системы Windows, установленной на компьютере, под управлением которого находится технологическое оборудование. Для визуализации пространства возле станка с ЧПУ будут установлены 3 веб-камеры, обеспечивающие полное представление рабочего процесса в режиме реального времени. При помощи установленных в аудитории веб-камер студенты смогут следить за обработкой заготовки. По указанию преподавателя студенты, занимающиеся в лаборатории, могут вводить/корректировать управляющую программу, проводить наладку станка и брать на себя управление его работой, а студенты, занимающиеся удаленно, могут только вводить/корректировать управляющую программу.
- Принцип работа в оболочке. Удаленное управление, чат, передача и прием аудио- и видеоконтента, передача файлов, управление удаленным подключением должны быть в одном программном продукте для удаленного управления технологическим оборудованием, это обеспечит удобное взаимодействие студентов, занимающихся удаленно с преподавателем.

Таким образом, разработанные принципы расширяют представление того, что необходимо учитывать при организации удаленного взаимодействия преподавателя со студентами. Следует руководствоваться этими принципами при выборе программного обеспечения для организации удаленной работы. Они позволят комплексно подойти к организации удаленного доступа студентов к лабораторному технологическому оборудованию с обеспечением удаленной связи преподавателя со студентами.

Литература

1. Трулав Дж. Сети. Технологии, прокладка, обслуживание. – М.: НТ Пресс, 2009. – 560 с.
2. Сеничев Д.А. Исследование и разработка методики проектирования управляющих программ для станков с ЧПУ на учебных стойках ЕМСО: дипломная работа. – СПб.: Университет ИТМО, 2016. – 82 с.

**Пирожникова Ольга Игоревна**

Год рождения: 1989

Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем, к.т.н., ассистент

e-mail: cheezecake@mail.ru

**Козлов Алексей Сергеевич**

Год рождения: 1984

Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем, аспирант

Направление подготовки: 09.06.01 – Информатика и вычислительная техника

e-mail: zz.kozlov@gmail.com

**Лабковская Римма Яновна**

Год рождения: 1988

Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем, к.т.н., доцент

e-mail: labkovskaya@mail.ifmo.ru

УДК 681.5.08

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОЛЬЦЕВЫХ УПРУГИХ ЭЛЕМЕНТОВ**Пирожникова О.И., Козлов А.С., Лабковская Р.Я., Ткалич В.Л.****Научный руководитель – д.т.н., профессор Ткалич В.Л.**

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615878 «Проектирование методов создания безопасных технологических и информационных систем» и двух грантов.

Работа посвящена экспериментальным исследованиям кольцевых упругих элементов устройств автоматики и систем управления. В работе предложены проекты стендов для проведения экспериментальных исследований кольцевых упругих чувствительных элементов.

Ключевые слова: чувствительные элементы, кольцевые элементы, датчик, мембрана, системы управления, магнитоуправляемый контакт, эксперимент.

Введение. Данные исследования являются подтверждением достоверности математических моделей [1] одиночного кольцевого упругого чувствительного элемента (КУЧЭ) и системы КУЧЭ, которые были получены при моделировании в персональном компьютере ANSYS. Исходя из рекомендаций для изготовления упругих чувствительных элементов (УЧЭ), которые обладают незначительным несовершенством упругости и работают в нормальных условиях, без воздействия агрессивных сред и малого влияния колебаний температуры окружающей среды, применяют среднеуглеродистую CrSiMn сталь 35ХГСА и среднеуглеродистую Cr сталь 40Х [2].

Марки стали, представленные в предыдущем абзаце, имеют сходные механические и физические свойства, поэтому решено было применить в качестве материала изготовления УЧЭ сталь 40Х, в силу ее дешевизны [2].

Обычно, оценивая математическое ожидание результатов измерения, принято использовать среднее арифметическое \bar{x} . Но, имея малые объемы выборки ($n >$ число параллельных измерений

>2), среднее арифметическое очень зависит от значений крайних членов вариационного ряда, вызванных грубыми промахами. Тогда эффективнее оценивать истинный результат медианой Me , а не средним арифметическим. Следовательно, чтобы выявить аномальные результаты, нет необходимости знать дисперсию или коэффициент вариации метода [3]. Медиана Me (или срединное значение) – это значение случайной величины x , при котором половина результатов имеет значение меньшее, а другая – большее, чем Me . Чтобы вычислить Me результаты располагают по возрастанию, образуя вариационный ряд. В случае, когда число измерений нечетное (объем совокупности нечетный и равен $2n+1$):

$$\underbrace{x_1, x_2, \dots, x_n}_{n \text{ значений}}, x_{n+1}, \underbrace{x_{n+2}, \dots, x_{2n+1}}_{n \text{ значений}},$$

то значение медианы равно значению среднего члена ряда:

$$Me = x_{n+1}.$$

В случае, когда число измерений четное (объем совокупности четный и равен $2n$):

$$\underbrace{x_1, x_2, \dots, x_n}_{n \text{ значений}}, \underbrace{x_{n+1}, \dots, x_{2n}}_{n \text{ значений}},$$

значение Me равно полусумме значений двух средних результатов:

$$Me = \frac{(x_n + x_{n+1})}{2}.$$

Вычисляя медиану, обычно допускают ошибку, не учитывая, например, частоту вариантов или общее количество элементов, поэтому рассчитывают медиану как полусумму средних вариантов. Чтобы вычислить медиану интервального упорядоченного вариационного ряда принято использовать формулу:

$$Me = x_n + \frac{\left(\frac{n}{2} - S_{Me-1}\right)h}{n_{Me}},$$

где x_n – начало медианного интервала; h – ширина медианного интервала; n_{Me} – частота медианного интервала; S_{Me-1} – сумма частот интервалов, предшествующих медианному; n – объем совокупности; $\frac{n}{2}$ – накопленная частота до значения медианы; $\left(\frac{n}{2} - S_{Me-1}\right)$ – частота интервала от x_n до Me , ширина которого равна $(Me - x_n)$.

На рис. 1 и 2 представлены проекты стенов проведения экспериментальных исследований кольцевых упругих чувствительных элементов.

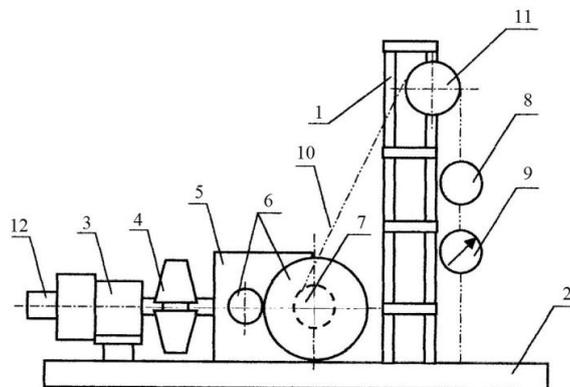


Рис. 1. Стенд для проведения испытаний КУЧЭ, с целью определения грузоподъемности ВиСУ: 1 – рама; 2 – площадка; 3 – электродвигатель 1,1 кВт 1500/4300 об 2ПН100ЛГ 220/220 В IM1001; 4 – тормоз колодочный ТКГ-160 У2; 5 – редуктор Ч-80-31,5-56-У3; 6 – зубчатая передача; 7 – барабан; 8 – весоизмерительный датчик; 9 – динамометр; 10 – трос; 11 – блок; 12 – тахогенератор

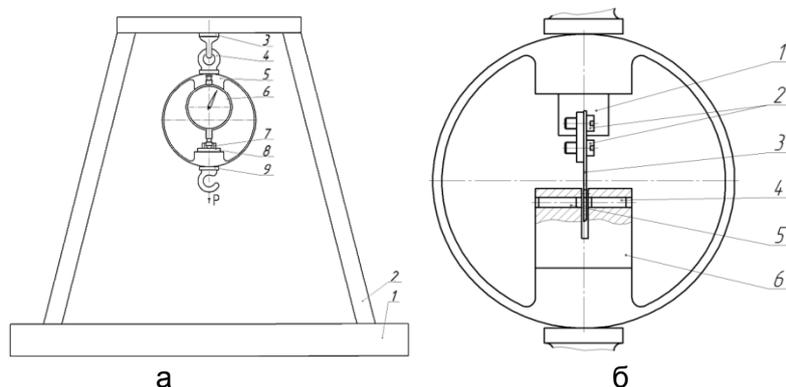


Рис. 2. Стенды: для измерения деформации КУЧЭ ВиСУ: 1 – основание; 2 – рама; 3 – крюк; 4 – рым-болт; 5 – исследуемый УЧЭ; 6 – индикатор 803 А; 7 – гайка; 8 – пластина; 9 – крюк (а); для проведения исследований переходных процессов при нагружении КУЧЭ: 1 – кронштейн; 2 – винт; 3 – шторка; 4 – излучатель; 5 – приемник с АЦП; 6 – корпус (б)

Стенд для проведения испытаний КУЧЭ, с целью определения грузоподъемности весо- и силоизмерительного устройства (ВиСУ) [4, 5].

Литература

1. Козлов А.С., Лабковская Р.Я., Пирожникова О.И., Ткалич В.Л. Разработка математических моделей динамики упругих мембранных чувствительных элементов систем управления // Изв. вузов. Приборостроение. – 2016. – Т. 59. – № 10. – С. 843–846.
2. ГОСТ 4543-71. Прокат из легированной конструкционной стали. Технические условия. – Введен 01.01.1973. – М.: Изд-во стандартов, 1973. – 41 с.
3. Лабковская Р.Я. Исследование и разработка методов анализа статики и динамики мембранных и пластинчатых чувствительных элементов систем управления: дис. ... канд. техн. наук. – СПб.: НИУ ИТМО, 2014. – 200 с.
4. Лабковская Р.Я., Ткалич В.Л., Козлов А.С., Пирожникова О.И. Анализ динамики многосвязных чувствительных элементов герконов систем управления // Альманах научных работ молодых ученых Университета ИТМО. – 2016. – Т. 3. – С. 88–90.
5. Лабковская Р.Я., Козлов А.С., Ткалич В.Л., Пирожникова О.И. Оценка погрешностей мембранных чувствительных элементов при комплексных механических и температурных нагрузках // Альманах научных работ молодых ученых Университета ИТМО. – 2016. – Т. 3. – С. 90–92.



Припадчев Артём Александрович

Год рождения: 1995

Факультет программной инженерии и компьютерной техники, кафедра информатики и прикладной математики, группа № Р4117

Направление подготовки: 09.04.04 – Программная инженерия

e-mail: artem.pripadchev@outlook.com

УДК 004.42

СРАВНЕНИЕ СИСТЕМ СТАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА PYTHON-КОДА

Припадчев А.А.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Радченко И.А.

Статический анализ кода – анализ программного обеспечения, производимый без реального выполнения исследуемых программ. Он позволяет осуществлять выявление ошибок и недочетов в исходном коде программ. В работе проведено сравнение систем статического анализа кода на языке Python.

Ключевые слова: статический анализ кода, открытый программный код, Python, PyLama, coala.

Качество кода – важная задача программной инженерии [1]. И одним из способов его поддержания является статический анализ кода.

Статический анализ кода – анализ программного обеспечения, производимый без реального выполнения исследуемых программ [2]. Он позволяет решать различные задачи. Например, выявление ошибок в программах. Для этого существуют различные средства, и статический анализ является одним из них. Его можно представить как автоматизированный процесс обзора кода, схожий с выполняемым программистами `code review`. Однако обзор кода, в отличие от статического анализа, имеет крайне высокую цену, так как необходимо регулярно собирать нескольких программистов для обзора и при этом давать им перерывы для отдыха. Следующей решаемой задачей являются рекомендации по оформлению кода, например, соответствию определенному стандарту. Также статический анализ позволяет производить подсчет метрик программного обеспечения, т.е. численных значений некоторых его свойств (количественных, сложности, надежности и др.).

При разработке автоматизированной системы анализа исходного кода потребовалось произвести сравнение систем статического анализа кода Python. Система статического анализа кода – это инструмент для аудита кода, включающий в себя ряд анализаторов и расширяющий их функциональность. Она позволяет осуществлять запуск анализа для всего проекта или его части, а не отдельного файла, гибко настраивать игнорируемые ошибки и строки кода, непосредственно указывать используемые для проверки анализаторы, использовать конфигурационный файл, а также выводить информацию в различных представлениях.

Систем статического анализа применимых к языку программирования Python не так много. Это `coala` [3], `Pylama` [4] и `Flake8` [5]. Их дальнейшее сравнение производилось по следующим показателям: популярность среди сообщества GitHub, задействование CPU и использование RAM, возможность распараллеливания процесса анализа, а также время обработки одного и того же проекта. Поскольку `Flake8` специализирован на стилистической проверке и не имеет удобной возможности отключения стандартных плагинов, из дальнейшего рассмотрения он исключен.

`Coala` представляет универсальный интерфейс командной строки для контроля стиля и исправления кода независимо от языка программирования. У `coala` есть набор плагинов (`bears`) для различных языков программирования, а также возможность пополнять стандартный набор своими собственными. `Pylama` – инструмент для аудита кода на языках Python и JavaScript, включающий в себя следующие утилиты: `pycodestyle`, `pydocstyle`, `PyFlakes`, `Mccabe`, `Pylint`, `Radon`, `gjslint`. Имеет более скромную функциональность, что связано с гораздо меньшей популярностью среди сообщества GitHub.

Перейдем к описанию общей схемы работы данных инструментов. После запуска `coala` (рис. 1) осуществляет поочередное чтение секций с параметрами для анализа в конфигурационном файле или в заданных в командной строке в качестве аргументов. Далее, в зависимости от настроек, запускается один или ряд процессов, а также еще один, который управляет информацией о них. Каждый процесс записывает получаемые сообщения в общий буфер, которые впоследствии извлекаются управляющим процессом и отправляются пользователю.

В `Pylama` процесс работы проще (рис. 2). После запуска и получения файлов для каждого из них поочередно запускаются необходимые анализаторы, а получаемые ими сообщения аккумулируются в общем списке, который впоследствии отправляется пользователю.

Оба инструмента задействуют процессор в полной мере, однако среднее время анализа исходного кода одного и того же небольшого проекта (около 130 файлов) различается. Используя два анализатора, для `coala` оно составило 112 с, а для `Pylama` – 183 с (использовалась виртуальная машина с Ubuntu 14.04 Server, 3Gb RAM, 3 CPUs).

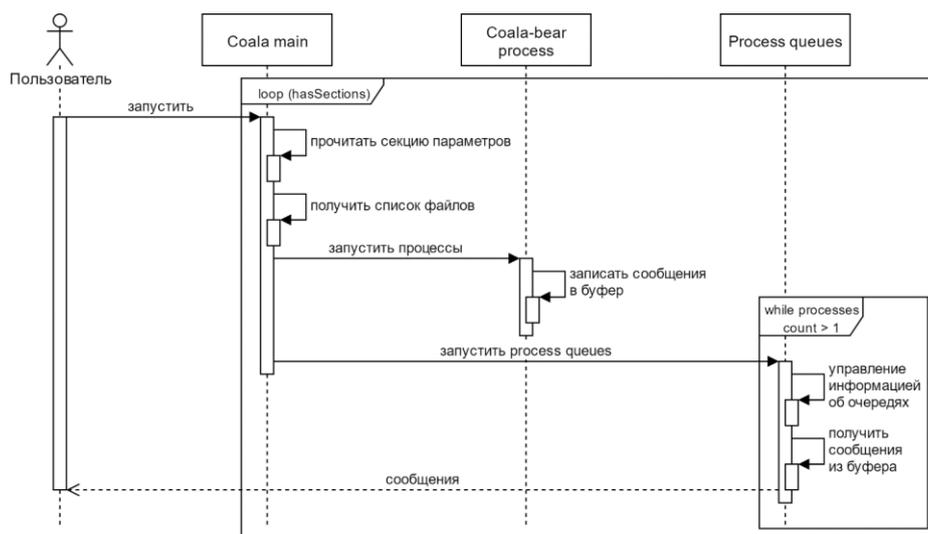


Рис. 1. Общая схема работы coala

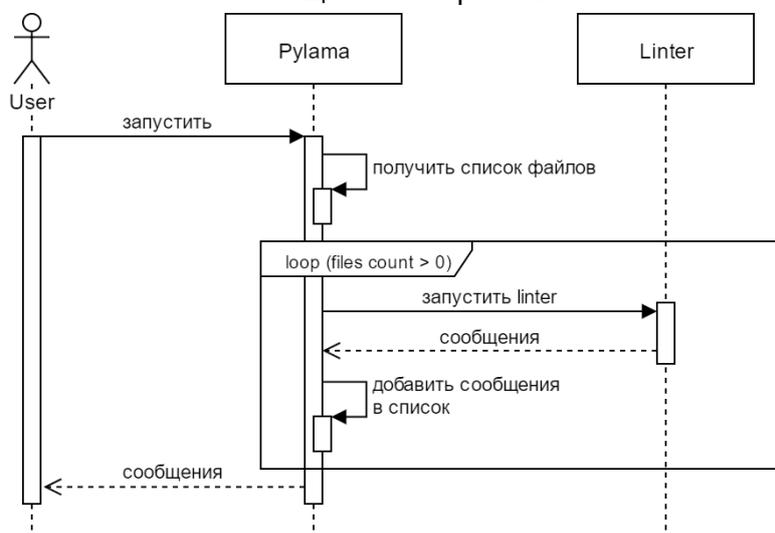


Рис. 2. Общая схема работы Pylama

Ключевой метрикой оказалось сравнение используемой утилитами оперативной памяти. В виду того, что Pylama постоянно накапливает информацию об ошибках, потребность в памяти возрастает линейно. Это влечет за собой критический дефект, заключающийся в том, что на больших проектах объем используемой памяти достигает максимальных значений, и операционная система аварийно завершает выполнение программы. Coala осуществляет периодическую отпавку сообщений пользователю, поэтому использование памяти осуществляется равномерно.

Общие результаты сравнения отображены в таблице. Таким образом, сравнивая coala и Pylama можно указать на явное преимущество первой.

Таблица. Сравнение coala и Pylama

	coala	Pylama
Популярность среди пользователей GitHub	+	–
Использование CPU	+	+
Использование RAM	+	–
Параллельная обработка	+	–
Время анализа	+	–

Литература

1. Звездин С.В. Проблемы измерения качества программного кода // Вестник ЮУрГУ. – 2010. – № 2(178). – С. 62–66.

2. Louridas P. Static code analysis // IEEE Software. – 2006. – V. 23. – № 4. – P. 58–61.
3. coala – Linting and fixing code for all languages [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://coala.io/>, своб.
4. Pylama – code audit tool for Python and JavaScript [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pylama.readthedocs.io>, своб.
5. Flake8 – your tool for style guide enforcement [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://flake8.pycqa.org/>, своб.



Расщупкин Артем Вадимович

Год рождения: 1986

Факультет систем управления и робототехники, кафедра технологии приборостроения, группа № P4179

Направление подготовки: 12.04.01 – Приборостроение

e-mail: archijoke@mail.ru



Помпеев Кирилл Павлович

Год рождения: 1965

Факультет систем управления и робототехники, кафедра технологии приборостроения, к.т.н., доцент

e-mail: kir-pom@mail.ru

УДК 62-29:004.94

ПРИМЕНЕНИЕ ДЕМПФИРУЮЩЕГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ПРИ ЧИСТОВОМ ФРЕЗЕРОВАНИИ КРИВОЛИНЕЙНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТИТАНОВЫХ ДЕТАЛЕЙ

Расщупкин А.В., Помпеев К.П.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Помпеев К.П.

В работе представлен алгоритм наладки многокоординатной фрезерной системы, включающей в свой состав гидравлический люнетный демпфер ударного действия. Выполняемая работа направлена на прогнозирование величины вибраций в зоне резания при обработке деталей из труднообрабатываемых материалов. Данные о величине биения в зоне резания и амплитудно-частотных характеристиках демпфирующего приспособления получены путем компьютерного моделирования процесса фрезерования в CAE-системах.

Ключевые слова: вибрация, тонкое фрезерование, гидравлический демпфер, обрабатываемый центр.

На данном этапе совершенствования техники к машино- и приборостроению предъявляются особые требования. Разработка многофункциональных комплексов способствует усложнению конструкции приборов и механизмов. Повышаются требования к качеству изделий и точности их изготовления, появляется необходимость применения труднообрабатываемых материалов, например, титановых сплавов. Поставленные задачи необходимо решать специалистам и инженерам приборостроительных предприятий.

Для отыскания способов технологического обеспечения геометрической точности и качественных показателей изготавливаемых деталей необходимо применять передовые

подходы области машиностроения. Обеспечение требуемых параметров искомой детали характеризуется стабильностью процесса резания. Основным фактором, оказывающим влияние на качество обрабатываемой детали, является биение фрезерной системы в зоне резания. Примером решения ряда проблем данной области является технология, при которой демпфирующее воздействие приложено непосредственно к режущему инструменту в процессе тонкого фрезерования за счет того, что наладка многокоординатного фрезерного обрабатывающего центра дополняется демпфирующим приспособлением. На рис. 1 представлены общий вид и конструкция предлагаемого гидравлического демпфера ударного действия.

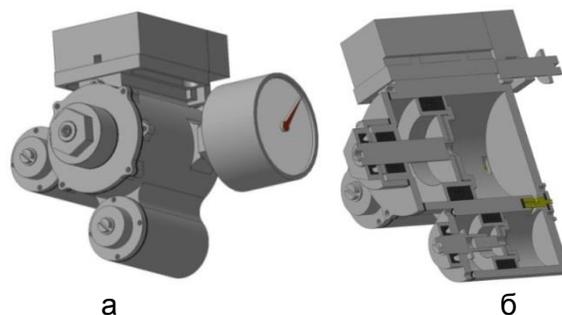


Рис. 1. Гидравлический демпфер: общий вид (а) и конструкция (б)

Задачей технологов является прогнозирование величины виброскорости технологической наладки до фактического съема материала с поверхности заготовки. Реализовать подобные решения возможно с привлечением технологии компьютерного моделирования сложных физических процессов.

Реализация данного метода производится при одновременном использовании САЕ-систем DEFORM 3D и SELENA, позволяющих применять результаты моделирования для задания новых исходных данных [1, 2]. Для решения данной задачи предложен алгоритм обработки данных (рис. 2), получаемых при компьютерном моделировании процесса резания.

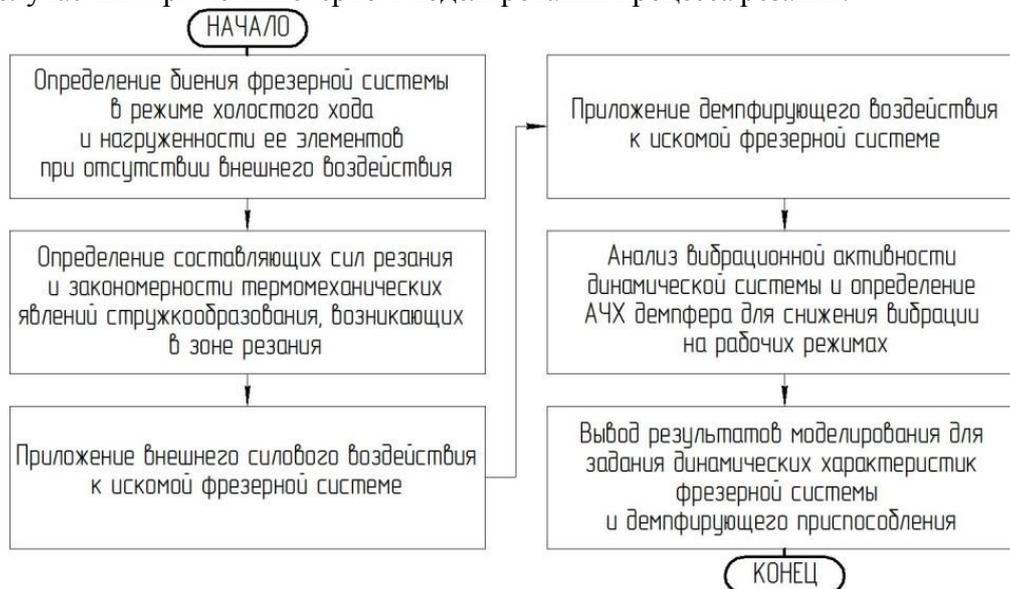


Рис. 2. Алгоритм компьютерного моделирования

Выполнение задачи начинается в САЕ-системе SELENA, в которой моделируется сложноструктурированная наладка фрезерной системы. Моделирование происходит поэлементно. Каждой из составных частей присваиваются исходные параметры, характеризующие точность взаимного расположения относительно оси вращения. Таким образом определяются эксцентриситеты вращающихся элементов, которые обуславливают величину суммарного биения системы в ненагруженном состоянии.

Далее задается жесткость отдельного элемента и статические реакции в местах их соединения. Таким образом, подбирается подходящий поэлементный набор фрезерной наладки, определяются благоприятные частотные характеристики для искомой структуры.

Для определения моментов, возникающих в элементах фрезерной системы под действием сил резания, необходимо начинать с моделирования процесса фрезерной обработки труднообрабатываемого материала заданным инструментом в модуле MACHINING 3D.

Данный модуль работает в САЕ-системе DEFORM 3D и позволяет моделировать процесс лезвийной обработки [2]. Результатом расчетов являются составляющие сил и моментов, возникающих в зоне резания, а так же термомеханические процессы, происходящие в месте контакта инструмента и заготовки, обусловленные пластическими деформациями материала и характером стружкообразования срезаемого слоя (рис. 3).

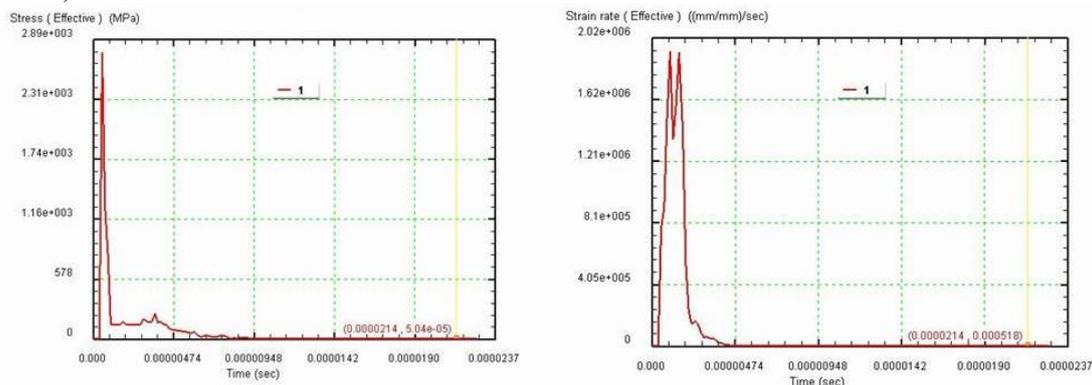


Рис. 3. Вывод расчетных данных моделирования тонкого фрезерования в САЕ-системе Deform 3D

На основании этих данных в САЕ-системе SELINA задается внешняя нагрузка, обусловленная силами резания. Воздействие приложено к фрезерной системе и определяет величину виброскорости при моделировании тонкого фрезерования.

В инструментари САЕ-системы SELINA присутствует функция приложения демпфирующего воздействия к искомой системе [1]. Таким образом, существует возможность добавления демпфера в состав инструментальной наладки, и учитывать при компьютерном моделировании силовое воздействие со стороны применяемого гидроцилиндра. Это позволяет прогнозировать частотные характеристики фрезерной системы совместно с демпфирующим приспособлением в диапазоне рабочих режимов за счет программной настройки амплитудно-частотных характеристик демпфирующей оснастки (рис. 4) для определения параметров реального гидравлического демпфера, характеристики которого изменяются при помощи дросселей, входящих в состав приспособления.

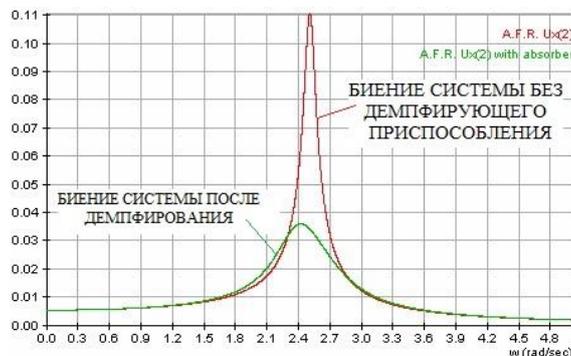


Рис. 4. Настройка АЧХ демпфирующего приспособления для снижения вибрации фрезерной наладки в САЕ-системе SELINA

Применение данного метода позволяет определить параметры демпфирующего приспособления для конкретных характеристик системы при заданных режимах обработки.

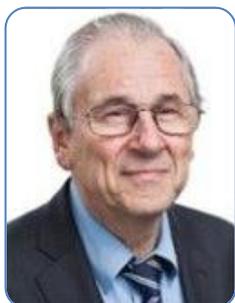
Определение амплитудно-частотные характеристики фрезерной системы под действием демпфирующего воздействия в рабочем режиме является определяющей особенностью при выборе систем моделирования.

Таким образом, в условиях промышленного предприятия применена методика прогнозирования и снижения вибрационной активности фрезерной наладки посредством проведения компьютерного моделирования процесса резания в CAE-системах. В CAE-системе DEFORM 3D определяются значения силового воздействия и термомеханические процессы в зоне резания в зависимости от геометрии инструмента и материала заготовки. Процесс управления вибрационными характеристиками обрабатываемой системы и определение АЧХ демпфирующего приспособления реализован при помощи CAE-системы SELENA.

Компьютерное моделирование позволяет определить наиболее эффективную область приложения демпфирующего воздействия в зависимости от структуры фрезерной наладки, применяемых режимов резания и стратегии обработки. Это способствует эффективному внедрению демпфирующего приспособления во фрезерную обработку поверхностей титановых деталей.

Литература

1. SELENA. Универсальный программный комплекс для расчета и проектирования строительных конструкций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://selenasys.com/Help.aspx?p>, своб.
2. Паршин В.С., Карамышев А.П., Некрасов И.И., Пугин А.И., Федулов А.А. Практическое руководство к программному комплексу Deform. – Изд-во: УРФУ, 2010. – 267 с.



Рахманов Юрий Алексеевич

Год рождения: 1941

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности, к.т.н., доцент
e-mail: rahmanovua2010@gmail.com



Есева Ксения Дмитриевна

Год рождения: 1994

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
группа № А4130
Направление подготовки: 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие
процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
e-mail: kseniya.eseva@yandex.ru

УДК 631.9

ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ В ОРГАНИЧЕСКОМ СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Рахманов Ю.А., Есева К.Д.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Рахманов Ю.А.

В работе рассмотрены особенности и недостатки органического сельского хозяйства, а также применяемые в нем малоотходные и безотходные технологии. Описаны основные методы поддержания почв в органическом сельском хозяйстве, а также оценена эффективность производства органических продуктов питания.

Ключевые слова: органическое сельское хозяйство, ресурсосбережение, энергосберегающие технологии, урожайность, обработка почвы, замкнутый цикл производства.

На сегодняшний день в мире остро стоит проблема загрязнения почв тяжелыми металлами и, как следствие, продовольственная проблема. Для их комплексного решения необходима цельная и многокомпонентная система мероприятий по мониторингу и предупреждению загрязнения почвы, продукции растениеводства и окружающей среды за счет создания производств замкнутого цикла с безотходными и малоотходными технологиями. Выполнение этой важной миссии взяло на себя органическое сельское хозяйство.

Общие принципы ведения органического сельского хозяйства отражены в первом официальном документе в данной области – ГОСТе Р 56508-2015 «Продукция органического производства. Правила производства, хранения, транспортирования», который вступил в силу 1.01.2016 г. Помимо запрета на использование ГМО, данный стандарт предполагает жесткие ограничения в отношении применения ионизирующего излучения при обработке органических продуктов, расположения хозяйства в пространстве (производство органики разрешено осуществлять в удалении от источников загрязнения окружающей природной среды); чистоты и экологичности материалов, используемых в органическом сельском хозяйстве и т.д. [1].

Эффективность производства органических продуктов не высока, поскольку, по сравнению с производством традиционных продуктов питания, эта хозяйственная деятельность требует практически двойных размеров площади земли, ресурс которой имеет ограничения [2].

Отказ от применения минеральных удобрений при возделывании сельскохозяйственных культур приводит к снижению плодородия почвы. Эта проблема в органическом сельском хозяйстве нашла свои решения.

К примеру, солома зерновых культур (ячменя, ржи, овса, пшеницы) выступает в качестве источника гумусовой массы и углерода. Во время уборки хлебов она измельчается с помощью комбайна с роторными измельчителями.

Вместо минеральных удобрений в почву вносятся в больших количествах органические удобрения (30–40 т/га), вследствие чего растения получают необходимый комплекс питательных веществ, улучшаются биологические свойства почвы, повышается активность ферментов, что в конечном итоге положительно влияет на качество урожая [3].

Борьба с сорняками облегчается за счет применения сидеральных удобрений, которые помимо прочего предупреждают болезни и появление вредителей, и препятствуют вымыванию азота из почвы.

Токсичность тяжелых металлов и их вредное воздействие на выращиваемые сельскохозяйственные культуры снижается вследствие внесения минерального фосфора в почву: уровень содержания свинца, меди и цинка в листьях растений становится ниже. Токсичность серных удобрений уменьшают с помощью ртути, а токсичность никеля – благодаря солям магния.

Существует прямая зависимость между кислотностью почвы и растворимостью токсикантов: чем ниже кислотность раствора почвы, тем ниже подвижность и растворимость цинка, мышьяка, свинца, кадмия. Соответственно, поступление токсикантов с уменьшением кислотности почвы также ограничивается.

Малоотходные и безотходные технологии в органическом сельском хозяйстве играют важную роль. Освоение безотходных технологий замкнутого цикла происходит через объединение в единый производственный комплекс цеха растениеводства, животноводческих ферм, теплиц, биореактора по выработке газа и оросительных установок. Товарная продукция и корма производятся в овощекормовых и полевых

севооборотах. Жидкий навоз, получаемый в животноводстве, разбивается на фракции и подвергается переработке. В биогумус превращается твердая фракция посредством применения вермикультуры, который реализуется как удобрение для повышения плодородия почвы.

Для получения биогаза в биореакторе анаэробному брожению подвергается жидкая фракция. Помимо этого, жидкую фракцию отправляют в оросительную сеть и используют как удобрение для подпитки кормовых культур.

Биогазом отапливаются фермы, теплицы и другие объекты. Водоросли, в частности спирулина и хлорелла, выращиваются на питательном субстрате в теплицах. Они содержат полный набор аминокислот и 50–60% полноценных белков. К тому же данные водоросли имеют высокое содержание витаминов С и В. 70–80 г сухого вещества выходит с 1 м² теплиц. Этим объясняется частое использование биомассы водорослей в качестве кормовых добавок к кормам для птицы и животных [3].

Солома зерновых культур, помимо повышения плодородия почвы, также необходима для получения биотоплива (этанола), которое используется для нужд производства. Таким образом, производство продукции, ее переработка и утилизация отходов, продуктов переработки без загрязнения окружающей природной среды образуют замкнутый цикл.

Согласно исследованиям IFOAM, переход на органическое земледелие неизбежно ведет к снижению урожайности (в среднем на 25%, максимум на 1/3). Данные Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (FAO) говорят о том, что урожайность в странах ЕС в 3–4 раза выше, чем в России. Однако существует парадокс: органическое сельское хозяйство в развитых странах по урожайности превосходит результаты интенсивного земледелия в России [4]. Это говорит о том, что в России на данный момент отсутствуют эффективные технологии производства органических продуктов питания и стопроцентный переход на органическое сельскохозяйственное производство будет поспешным решением.

Литература

1. ГОСТ Р 56508-2015. Продукция органического производства. Правила производства, хранения, транспортирования. – Введен 01.01.2016. – М.: Стандартинформ, 2015. – 30 с.
2. Ахметшина Л.Г. Организационно-экономические аспекты развития органического сельского хозяйства в Европейском Союзе. – М.: Информационно-внедренческий центр «Маркетинг» (ИВЦ), 2014. – 33 с.
3. Матюк Н.С., Беленков А.И., Мазиров М.А., Полин В.Д., Рассадин А.Я., Абрашкина Е.Д. Экологическое земледелие с основами почвоведения и агрохимии. Учебник. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2011. – 189 с.
4. Союз органического земледелия. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://sozrf.ru/15082013_yakov/, своб.



Руденко Анна Сергеевна

Год рождения: 1993

Факультет систем управления и робототехники, кафедра высшей математики, группа № А4101

Направление подготовки: 01.04.02 – Прикладная математика и информатика

e-mail: rudenkoanse@gmail.com



Трифанов Александр Игоревич

Год рождения: 1985

Факультет систем управления и робототехники, кафедра высшей математики, к.ф.-м.н., доцент

e-mail: alextrifanov@gmail.com

УДК 50.501

ЭЛЕКТРООПТИЧЕСКИЙ ФАЗОВЫЙ МОДУЛЯТОР В РЕЖИМЕ СВЕТОДЕЛИТЕЛЯ

Руденко А.С., Трифанов А.И.

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент Трифанов А.И.

В работе рассмотрена квантовая модель электрооптического фазового модулятора, и показано, что в случае двух взаимодействующих мод, можно создать устройство, подобное классическому светоделителю. Показано, что оператор эволюции такого устройства может быть представлен как оператор эволюции классического светоделителя с фазовым сдвигом. Также рассчитаны коэффициенты прохождения и отражения для такого устройства.

Ключевые слова: квантовая модель фазового модулятора, светоделитель, квантовые вычисления при частотном кодировании, линейные оптические квантовые схемы.

Введение. В данной работе используется модель электрооптического фазового модулятора, описанная в [1]. Кристалл длины L расположен между двумя металлическими электродами параллельно направлению распространения оптической моды с частотой $\omega_{opt} = m\Omega$. Микроволновая мода частоты Ω_{MW} возбуждается между двумя электродами и распространяется вдоль оси Z (т.е. перпендикулярно плоскости кристалла). Эффективный гамильтониан такой системы может быть записан, как [2]:

$$H / \hbar = \Omega_{MW} b^+ b + \Omega \sum_m m a_m^+ a_m + \frac{\gamma}{f_{max}} \sum_m f(m) (a_m a_{m+1}^+ b + a_m^+ a_{m+1} b^+). \quad (1)$$

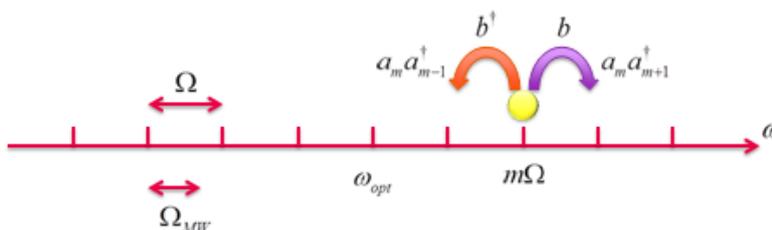


Рис. 1. Графическое представление эффективного Гамильтониана для электрооптического фазового модулятора

Смысл входящих в определение символов объясняет рис. 1, где показаны основные описываемые процессы. Здесь b^+ (b) – операторы рождения (уничтожения) фотонов микроволновой моды, a_m^+ (a_m) – операторы рождения (уничтожения) фотонов оптической моды с модовым числом m , γ – это параметр взаимодействия, $f(m) = ((m - m_{min})(m_{max} - m))^{1/2}$ – функция, описывающая зависимость модового числа от силы межмодового взаимодействия, где $f_{max} = \max(f(m))$.

Результаты. Общее выражение для оператора эволюции через D -функцию Вигнера $d_{\mu\nu}^S(\tilde{\beta})$ может быть записано как:

$$U_{\mu\nu}^S(T) = (-1)^\nu e^{-i(\nu-\mu)\tilde{\alpha}} d_{\mu\nu}^S(\tilde{\beta}). \quad (2)$$

Тогда соотношение между входными и выходными модами в случае фазового модулятора может быть записано как:

$$\begin{aligned} a_{out}^+ &= -ie^{i\alpha} \cos(\tilde{\beta}/2) a_{in}^+ - ie^{-i\phi} \sin(\tilde{\beta}/2) b_{in}^+ \\ b_{out}^+ &= -ie^{i\phi} \sin(\tilde{\beta}/2) a_{in}^+ + ie^{-i\alpha} \cos(\tilde{\beta}/2) b_{in}^+ \end{aligned} \quad (3)$$

Отсюда следует, что преобразование оптической моды фазовым модулятором формально совпадает с действием классического светоделителя с двумя фазовыми пластинками на пространственные моды:

$$\begin{pmatrix} a_{out}^+ \\ b_{out}^+ \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} e^{i(\alpha-\pi/2)} & 0 \\ 0 & e^{-i(\alpha-\pi/2)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos(\tilde{\beta}/2) & ie^{i\chi} \sin(\tilde{\beta}/2) \\ ie^{i\chi} \sin(\tilde{\beta}/2) & \cos(\tilde{\beta}/2) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_{in}^+ \\ b_{in}^+ \end{pmatrix}. \quad (4)$$

Здесь $\tilde{\beta} = \arccos(\cos^2\beta + \sin^2\beta \cos(\Gamma T))$; $\Gamma \exp(i\beta) = w + i \frac{4\gamma}{2S+1}$; $w = \Omega - \Omega_{MW}$; T – продолжительность межмодового взаимодействия. Тогда, следуя аналогии со светоделителем, можно вычислить коэффициент прохождения:

$$T = 1 - \frac{8(1 - \gamma^2 \cos(\Gamma T))}{4w^2 + 16\gamma^2} \quad (5)$$

и коэффициент отражения:

$$R = \frac{8(1 - \gamma^2 \cos(\Gamma T))}{4w^2 + 16\gamma^2}. \quad (6)$$

Их зависимость от $w = \Omega - \Omega_{MW}$ показана на графиках рис. 2.

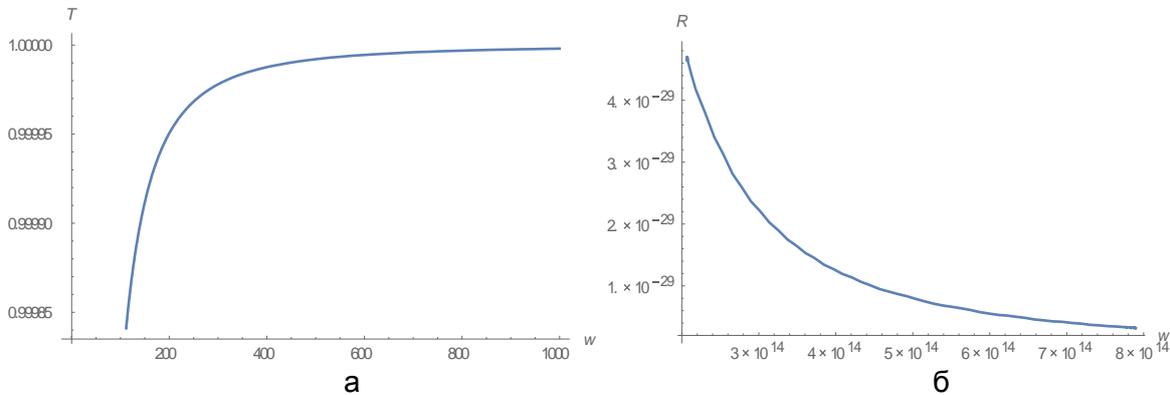


Рис. 2. Зависимость коэффициента прохождения (а) и отражения (б) от $w = \Omega - \Omega_{MW}$

В заключение отметим, что фазовый модулятор, работающий в двумодовом режиме, реализует логический базис однокубитовых операций в частотной области. Для этого необходимо показать, что подобрав определенным образом параметры модуляции, можно получить матрицы Паули. Например, $i\sigma_x$ реализуется посредством использования параметров $\alpha = 0$, $\tilde{\beta} = \pi$, $\phi = \pi$. Матрица $-i\sigma_y$ получается при $\alpha = 0$, $\tilde{\beta} = \pi$, $\phi = \pi/2$, и $i\sigma_z$ – при $\alpha = \pi$, $\tilde{\beta} = 0$, $\phi = 0$. Чтобы получить единичную матрицу, надо положить $\alpha = \pi/2$, $\tilde{\beta} = 0$, $\phi = 0$ [3].

Литература

1. Jos'e Capmany and Carlos R. Fern'andez-Pousa, Quantum modelling of electro-optic modulators // Laser Photonics Rev. – 2011. – V. 5. – № 6. – P. 750–772.

2. Miroshnichenko G.P. et.al. Algebraic approach to electro-optic modulation of light: Exactly solvable multimode quantum model [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/303367177_Algebraic_approach_to_electro-optic_modulation_of_light_Exactly_solvable_multimode_quantum_model, своб.
3. Capmany J. and Fern´andez-Pousa C.R. Realization of Single-Photon Frequency-Domain Qubit Channels Using Phase Modulators // IEEE Photonics Journal. – 2012. – V. 4. – № 6.



Румянцева Александра Геннадьевна

Год рождения: 1995

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра графических технологий, группа № P3373

Направление подготовки: 44.03.04 – Профессиональное обучение

e-mail: sanya.alexandra@mail.ru



Мамутова Людмила Артемьевна

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра графических технологий, тьютор

e-mail: mamutoval@mail.ru

УДК.791.44

ПРИЕМЫ МУЛЬТИПЛИКАЦИИ В ИСТОРИЧЕСКОМ РАЗВИТИИ

Румянцева А.Г., Мамутова Л.А.

Научный руководитель – тьютор Мамутова Л.А.

Работа выполнена в рамках творческой инициативы и посвящена пятилетию российской Ассоциации анимационного кино, образованной в феврале 2012 года.

В работе рассмотрены предпосылки возникновения мультипликации, описано развитие приемов мультипликации до появления компьютерной трехмерной графики, приведены исторические примеры и факты, рассмотрены приемы рисованной и объемной мультипликации, а также другие техники создания персонажей и их движения.

Ключевые слова: мультипликация, приемы рисованной и объемной мультипликации, техники создания персонажей и их движения.

Привычно воспринимается, что мультипликация является естественным атрибутом медийного пространства. В настоящее время не достаточно литературы, описывающей историю становления мультипликации, что было бы интересно студентам, изучающим компьютерную графику. Задачей данной работы являлось показать предпосылки возникновения приемов мультипликации и их развитие до возникновения компьютерной графики.

Попытки передачи движения находят в памятниках глубокой древности, например, наскальной живописи, в барельефах древнего Египта, рисунках, украшающих вазы в древней Греции. До н.э. в Китае был известен «теневого театр», где тени бумажных кукол отображались на белом экране. Еще в первом веке до н.э. Тит Лукреций, в своей работе «О природе вещей» писал: «Нам кажется, что изображения начинают двигаться, если они исчезают одно за другим и

сменяются новыми образами в новых положениях» [1]. А около 180 г. н.э. китайский изобретатель Дин Хуань создал прибор для показа движущихся картинок. В средние века начали появляться разного типа книжки с рисунками, при быстром пролистывании которых создавалась иллюзия движения нарисованных объектов. Все эти примеры можно считать предпосылками для современной мультипликации.

Термин мультипликация происходит от латинского слова *multiplicatio* – умножение, увеличение, возрастание, и подразумевает технические приемы создания иллюзии движения или изменения формы объектов с помощью последовательности неподвижных изображений, сменяющих друг друга с некоторой частотой. Мультипликация основана на особенности зрительного восприятия человека – инерции зрения (персистенции).

В 1828 году бельгийский физик Жозеф Плато изобрел фенакистископ, который представлял собой диск, при вращении которого, через специальные отверстия можно было наблюдать движущиеся картинки.

В 1832 австриец Симон фон Штампфер создал стробоскоп – картонный барабан, насаженный на ось, на внутренней стороне этого барабана на бумажной ленте находились рисунки, иллюстрирующие последовательные фазы движения человека или животного. Обычно таких рисунков было от восьми до двенадцати.

В 1877 году в Калифорнии губернатор поспорил со своими оппонентами. Спорили о том, есть ли момент, когда конь во время галопа отрывает все ноги от земли, или все же хотя бы одно копыто касается земли. Для разрешения спора напротив белой стены установили 12 фотоаппаратов, затворы которых соединили с нитями, протянутыми к стене. Пробегая вдоль стены, лошадь последовательно касалась нитей одну за другой, затворы фотоаппаратов срабатывали, и таким образом получилось 12 изображений лошади в движении. Этот эксперимент стал толчком к тому, чтобы в 1879 году калифорниец Эдвард Мейбридж изобрел зоопраксископ. Идея Эдварда Мэйбриджа нашла свое применение в спорте в использовании фотофиниша. В период с 1877 года по 1892 год французский изобретатель Эмиль Рейно изобрел праксиноскоп, объединил его с проекционным фонарем и 28 октября 1892 года в Париже публично продемонстрировал «Оптический театр», и этот день считается международным днем мультипликации.

На настоящий момент в зависимости от методов создания персонажей можно выделить три группы мультипликации: рисованную, объемную и компьютерную. В свою очередь, существуют различные способы получения поз или фаз движения персонажа.

Первая рисованная мультипликация была показана в 1900 году в фильме «Очарованный рисунок». В 1923 году Уолт Дисней снял свой первый короткометражный мультипликационный фильм «Страна чудес Алисы».

Но еще в 1898 году Джеймс Блэктон и Альберт Смит сняли первый кукольный фильм «Цирк лилипутов». В фильме использовались деревянные игрушки. Размещенные в пространстве куклы фиксировались кадром, затем положение самих кукол или их частей изменялось и вновь фиксировалось. В России долгое время первым кукольным мультипликатором считался Владислав Старевич, но в 2009 году в архиве российского балетмейстера Александра Ширяева был найден кукольный фильм с 12 танцующими фигурками, созданный им в 1906 году. Владислав Старевич в 1910 году хотел снять документальный фильм «*Lucanus Cervus*» о жуках-рогачах, но под ярким лучом света жуки впадали в апатию и не двигались, поэтому В. Старевич сделал кукол из панцирей жуков. Некоторые его современники даже считали, что видят дрессированных жуков.

В 1908 году вышли фильмы «Дом с приведениями» и «Электрический отель» Сегундо де Шомона, в котором использовалась техника, в которой реальные актеры или предметы снимаются покадрово, а затем кадры монтируются с целью достичь какой-либо необычной ситуации. Такая техника названа пиксиляцией от английского

pixilated, однокоренного со сказочными существами «пикси». Дословно слово можно перевести как «со странностями», что характеризует необычное движение актеров на экране.

В 1908 году в США компания Эдисона выпустила шуточный фильм «Мечта уэльской гренки с сыром, сделанной скульптором», в котором в качестве материала для персонажей использовали пластилин. Пластилиновые фигурки трансформировались и снимались покадрово. Примером российской пластилиновой мультипликации может быть мультипликационный фильм 1981 года «Пластилиновая ворона» А. Татарского.

В 1914 году австрийцами братьями Флейшер была изобретена техника ротоскопирования. Суть этой техники в том, что сначала снимали игру настоящих актеров на пленку, а потом, кадр за кадром, художник обрисовывал весь фильм вручную. Техника ротоскопирования активно использовалась в диснеевской и в советской мультипликации. Станок, использовавшийся в СССР для ротоскопирования, назывался «Эклер», поэтому эту технику называли «эклер». В этой технике были сделаны фильмы «Каштанка», «Снежная королева», «Сказка о рыбаке и рыбке» и др.

В 1931 году Александром Алексеевым была изобретена техника с использованием игольчатого экрана. Известен его фильм «Ночь на Лысой горе» на музыку Мусоргского. Игольчатый экран представляет собой полотно с множеством маленьких игл, которые можно двигать вперед и назад. При этом изображение создается отбрасываемыми тенями. Для работы с игольчатым экраном применялись как специальные инструменты, так и различные бытовые, например, скалка, ложки, вилки и т.п.

В 40-х годах XX века авангардист из Новой Зеландии Лен Лай и канадец шотландского происхождения Норман Мак-Ларен использовали бескамерную мультипликацию, они наносили изображения непосредственно на пленку рисованием, гравировкой и царапанием [2]. Их работы – это образцы абстрактной анимации, персонажами которой являлись пятна, линии, геометрические фигуры.

В 1969 году Кэролайн Лиф показала в Национальном киноцентре Канады свою дипломную работу «Песок, или Петя и Волк» по симфонической сказке Сергея Прокофьева, выполненную в технике, сыпучих материалов, где рисунки создавались из черного порошка. Сохранился фильм Кэролин Лиф 1976 года «Сова, которая женилась на утке», в котором Кэролайн Лиф в качестве сыпучего материала использовала песок.

Очень часто во многих мультипликационных фильмах используется техника перекладки, когда не только кукла, но и нарисованные персонажи или их части перекадываются для каждого нового кадра. В 1975 году был сделан мультипликационный фильм «Ежик в тумане». При его создании уникальный мастер Юрий Норштейн делил фигурки персонажей на крупные детали (голова, туловище, руки, ноги или лапы), дробил их, используя различные материалы, например, процарапывал или рисовал линии на кусочках фольги и целлулоида, а затем для придания объемности раскладывал эти кусочки на горизонтальных стеклянных ярусах.

Чуть позже, чем в США в СССР в 1968 году был создан первый компьютерный мультфильм «Кошечка». Движения были полностью созданы компьютером по введенным в него уравнениям. Изображения кошки состояли из множества букв «Ш». Первым же мультфильмом с использованием 3D-технологий принято считать фильм 1991 года «Красавица и чудовище», в котором окружение для сцены «Бал» было 3D-моделью, а движущиеся фигурки персонажей были нарисованными.

В данной работе показаны предпосылки возникновения приемов мультипликации в историческом развитии. При этом рассмотрены приемы рисованной и объемной мультипликации в период до возникновения компьютерной графики.

Литература

1. Тит Лукреций Кар. О природе вещей. – М.: Художественная литература, 1983. – 383 с.
2. Раппапорт А. Межпредметное пространство // Советское искусствоведение. – 1984. – № 2(17). – С. 274–296.

**Саламатин Валерий Валерьевич**

Год рождения: 1992

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра прикладной математики и информатики, группа № P4217Направление подготовки: 09.04.04 – Программная инженерия

e-mail: salam_valery@inbox.ru

УДК 004.942

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИ ГЕОНАВИГАЦИИ**Саламатин В.В.****Научный руководитель – к.т.н., доцент Перл И.А.**

Проведен анализ по использованию программного обеспечения во время сопровождения бурения. Выделены основные этапы работы программного обеспечения и указаны основные модули, необходимые для полного цикла работы по сопровождению, с целью дальнейшей разработки программного обеспечения.

Ключевые слова: бурение скважин, геонавигация, программное обеспечение, сопровождение бурения.

В настоящий момент человечество в поиске полезных ископаемых осваивает самые удаленные уголки нашей планеты. Добыча углеводородов в наши дни ведется в жарких пустынях и на шельфах морей Северного Ледовитого океана, в местах, где глубина моря достигает нескольких километров. Повышение сложности горно-геологических условий бурения, необходимость вовлечения в разработку залежей в коллекторах с трудно извлекаемыми запасами требуют оперативного получения и анализа информации о широком спектре параметров геологического разреза. Цена ошибки в процессе строительства скважин, особенно в условиях шельфа, огромна.

Данная работа посвящена обзору программных компонентов, которые используются при сопровождении бурения, и выявлению этапов, во время которых они используются.

Рассмотрены основные причины, по которым использование программного обеспечения (ПО) во время сопровождения бурения является необходимым. Выявлены основные требования к данному ПО.

Задача данного исследования – изучить основные программные методы, используемые при сопровождении бурения, с целью разработки ПО, которое сможет удовлетворить потребности компаний, занимающихся бурением скважин.

Геонавигация изучает методы перемещения бурового снаряда в толще горных пород в процессе управления положением компоновки низа бурильной колонны (КНБК), включающие совокупность взаимосвязанных операций на основе навигационной, технологической и геофизической информации, получаемой при бурении скважин [1].

Геонавигация имеет цели, связанные с тремя ключевыми аспектами: безопасности, экономический и технологический [2].

Аспект безопасности:

- снижение риска до и во время бурения – в практике бурения скважин имеются случаи, когда ошибки, произошедшие во время бурения скважин, вели к большим человеческим жертвам, а также наносили громадный ущерб окружающей среде.

Экономический аспект:

- получение максимальной прибыли;

- размещение бура в позиции с наибольшим количеством углеводородов;
- увеличение поступления углеводородов;
- сведение до минимума создания боковых стволов и пилотных отверстий.

Технологический аспект:

- расположение ствола на определенном расстоянии от контактов флюидов;
- подготовка скважины для гидроразрыва пласта – позволяет определить местоположение гидроразрыва пласта в горизонтальной скважине в зависимости от литологии породы, что важно, исходя из следующего: в песчаниках можно устанавливать муфты для гидроразрыва пласта, а в глинах – нет.

Процесс геонавигации любой скважины можно разбить на три этапа:

1. до бурения (подготовительный);
2. бурение (непосредственно геонавигация);
3. после бурения (этап финальной обработки данных, полученных во время бурения).

На первом этапе исходные данные из ПО для построения трехмерной модели передаются в ПО для геонавигации – по ним строится первоначальная модель. На втором этапе происходит итеративное (повторяющееся) обновление модели геонавигации за счет данных, поступающих из ПО для передачи данных с буровой в офис в режиме реального времени. На завершающей стадии после окончания бурения данные из финальной геонавигационной модели попадают в ПО для построения трехмерной модели. Модель перестраивается.

На первом этапе необходимыми данными для построения первоначальной модели для геонавигации являются:

- траектории (инклинометрия, координаты устья скважины);
- каротажи (или, по-другому, каротажные диаграммы, которые представляет собой кривые изменения физических параметров (или показаний скважинных приборов) по разрезу скважины);
- геологические маркера;
- контакты флюидов;
- поверхности;
- разломы;
- региональный угол падения пласта.

Вся эта информация имеется в статической геологической модели, и главная задача геолога на данном этапе – перенос всей необходимой информации из ПО для 3D-моделирования и планирования траектории скважины в ПО для геонавигации.

Во время бурения данные могут подгружаться в ПО для геонавигации в автоматическом режиме, либо вручную. Безусловно, автоматический режим является предпочтительным из-за увеличения скорости операций, минимизации возможности ошибки при загрузке и снижения нагрузки на геолога. К сожалению, передача данных в режиме реального времени не всегда возможна.

Необходимо также понимать ограничения на данные реального времени [3]:

- количество передаваемых данных (данные передаются через телеметрическую систему с гидроимпульсным каналом связи);
- качество передаваемых данных (возможны разрывы в данных, шум, искажения);
- калибровка (в условиях ограниченного количества времени калибровку могут и не делать).

После завершения бурения, загрузки финальных каротажей в ПО для геонавигации, обработки финальных данных инклинометрии можно переходить к построению финальной модели геонавигации. После окончания данной операции необходимо внести изменения в статическую геологическую модель на основе вновь полученной модели геонавигации.

Задачи ПО для построения 3D-модели в данной связке:

- обновление структурных карт и поверхностей;
- обновление глубин маркеров;
- обновление углов падения пласта.

На рисунке схематически представлены все этапы работы ПО до бурения, во время и после.

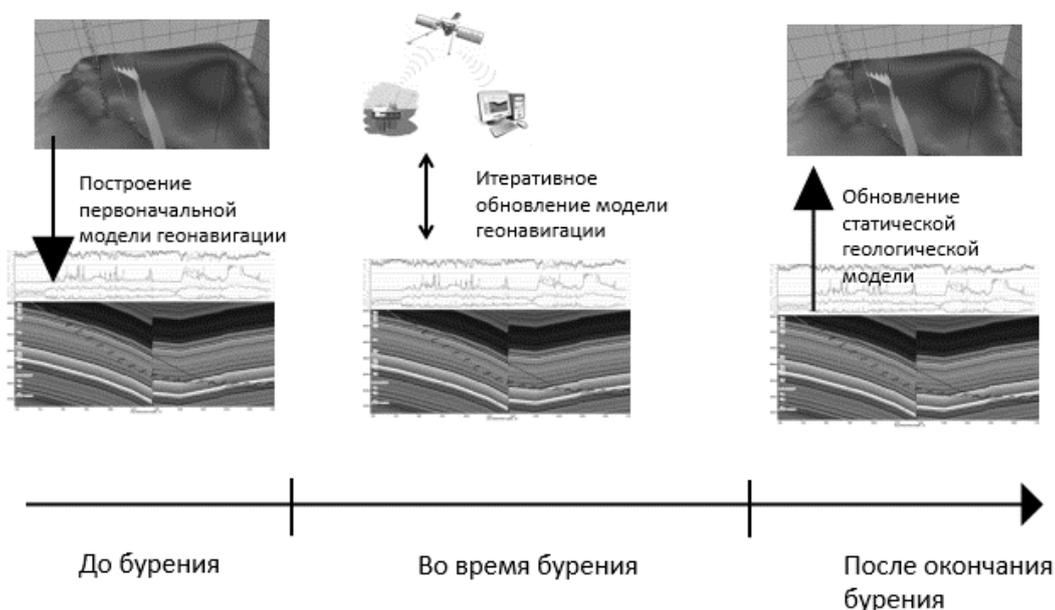


Рисунок. Этапы работы программы

Таким образом, ПО для сопровождения бурения должно содержать следующие модули:

1. базовые модули:

- модуль сравнения расчетного и фактического каротажа;
- модуль анализа корреляций, основной идеей которого является построение межскважинной корреляции для скважин, на основании данных которых происходит работа по сопровождению бурения;
- модуль визуализации, основная задача которого визуализировать геологические данные в 3D-области;

2. дополнительные рекомендуемые модули:

- редактор данных, который позволяет пользователю просматривать и редактировать данные в удобной форме.

Таким образом, в данной работе:

1. проведено исследование использования ПО во время сопровождения бурения, в частности, выделены основные этапы работы ПО, также были указаны основные модули ПО, необходимые для сопровождения бурения;
2. проведенный анализ позволил определить направление, в котором необходимо двигаться разработчику, чтобы создать программный продукт, который удовлетворит потребности компаний, занимающихся сопровождением бурения.

Литература

1. Amer A. et al. Structural Steering – a Path to Productivity [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.slb.com/~media/Files/resources/oilfield_review/ors13/spr13/02_structural.pdf, своб.
2. Leiknes S., Osvall I. Success factors in troll geosteering // Paper presented at the Offshore Technology Conference. – 2005.
3. Griffiths R. Well placement fundamentals // Schlumberger. – 2009. – P. 63–66.



Селедкина Екатерина Андреевна

Год рождения: 1990

Факультет систем управления и робототехники, кафедра оптико-цифровых систем и технологий, аспирант

Направление подготовки: 12.06.01 – Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии

e-mail: modest3005@yandex.ru

УДК 681.7.08

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФРАКРАСНОГО ИЗМЕРИТЕЛЯ ВЫСОТЫ НИЖНЕЙ ГРАНИЦЫ ОБЛАКОВ

Селедкина Е.А.

Научный руководитель – д.т.н., профессор Демин А.В.

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615864 «Разработка методов и технологий управления и обработки информации для сложных динамических систем».

Работа посвящена проблеме интерпретации результатов зондирования атмосферы инфракрасным измерителем и направлена на совершенствование лидарных измерений параметров структуры аэрозоля и высоты нижней границы облаков. **Целью работы** являлось выполнение расчетного, схемотехнического и конструкторского решений, направленных на разработку прибора и внедрение способов анализа структуры атмосферы.

Ключевые слова: инфракрасный измеритель высоты облаков, оптическая схема, лазерное зондирование облаков.

Наиболее острой задачей метеорологического обеспечения современной авиации является получение оперативной информации о состоянии нижнего слоя атмосферы, от которого зависит возможность посадки и взлета самолета, особенно в сложных метеорологических условиях [1].

В настоящее время существуют датчики для измерения нижней границы облаков. В сложных метеорологических условиях данные приборы при анализе структуры атмосферы, периодически принимают плотную дымку пыли, дыма за облака.

Перечисленные выше проблемы делают актуальной задачу разработки оптической системы инфракрасного комплекса.

В исследуемом измерительном комплексе используется лазерная технология, при которой короткие мощные импульсы посылаются в вертикальном направлении. Отраженный импульс и обратное рассеяние, вызванное осадками, облаками измеряется, и результирующий профиль обратного рассеяния (отражения), принимается и обрабатывается [2].

Метод лазерного зондирования атмосферы основан на эффектах рассеяния света на молекулах и аэрозольных частицах атмосфер. Источник лазерного излучения направляет импульс света в атмосферу, а оптический сигнал обратного рассеяния поступает на приемный оптический телескоп, затем часть сигнала направляется на фотодетектор, где преобразуется в электрический сигнал. А другая часть оптического сигнала направляется на приемный модуль, где также преобразуется в электрический сигнал. Электрический сигнал преобразуется с помощью аналого-цифровых преобразователей в цифровой вид и направляется для обработки в ПЭВМ, где в соответствии с алгоритмами обработки сигналов извлекают информацию о параметрах атмосферы [3–5].

В табл. 1 представлены исходные данные для расчета параметров оптической системы.

Таблица 1. Данные для расчета параметров оптической системы

Данные для облака		Данные для излучателя		Данные для фотодиода	
Коэффициент отражения от облака на $\lambda=1,54$ мкм	0,6	Марка	Л12ЭД	Марка	ФПУ-092 InGaAs (G8931-20)
Коэффициент отражения от снега на $\lambda=1,54$ мкм	0,05	Длина волны излучателя, мкм	1,54	Рабочая длина волны, мкм	1,55
Действительная часть показателя преломления воды, льда, снега $\lambda=1,54$ мкм	1,31	Среднее арифметическое значение энергии импульса излучения, мДж	12±2	Мощность импульсной засветки ($\lambda=1,54$ мкм)	$10 \cdot 10^{-9}$
Толщина, не более, м	700	Расходимость, мрад	4	Диаметр фотозоны, мм	0,2
Водность, не более, г/м ²	0,5	Частота следования импульсов, Гц	10	Интегральная токовая чувствительность, А/Вт	0,9
Коэффициент пропускания атмосферы на $\lambda=1,54$ мкм	0,65	Тип накачки	диодная	Длительность входного импульса засветки по уровню 0,5, нс	30±3
Эффективный радиус – a_{ef} , мкм	7,5	Диаметр выходного пучка, мм	4	Длительность выходного импульса по уровню 0,5 при засветке импульсным излучением мощностью до $1 \cdot 10^{-3}$ Вт, нс	200
Коэффициент дисперсии – C , %	43,5	Рабочий диапазон температур, °С	–40 до +65	Рабочий диапазон температур, °С	–40 до +65
Капли концентрации номер – N , см ³	172,5	Активный элемент	эрбиевое стекло	Тип выходного сигнала	Цифровой ТТЛ
Содержание жидкой воды – СЖВ, г ³	0,185	Длительность импульса, нс	менее 40	Вероятность ложной тревоги в интервале наблюдения до 300, мкс	$1 \cdot 10^{-3}$

Данные для облака		Данные для излучателя		Данные для фотодиода	
Половина ширины параметр гамма РЧР – μ , мкм	7,5	Охлаждение	принудительное воздушное	Ток на выходе ФПУ, мА, не более	15
Параметр логарифмически нормального РЧР – a_m , мкм	5,5	Габаритные размеры, мм	120×50×64	Напряжение на выходе ФПУ, мА, не более	10
Параметр логарифмически нормального РЧР – δ , мкм	0,4	Масса, не более, г	300	Масса, не более, г	40
$A_{обл}$ – площадь облученная на НГО	$h=100$ м $\rightarrow 0,001$ м ²	$h=1$ км $\rightarrow 0,1$ м ²	$h=5$ км $\rightarrow 2,8$ м ²	$h=10$ км $\rightarrow 11,2$ м ²	$h=20$ км $\rightarrow 44,8$ м ²

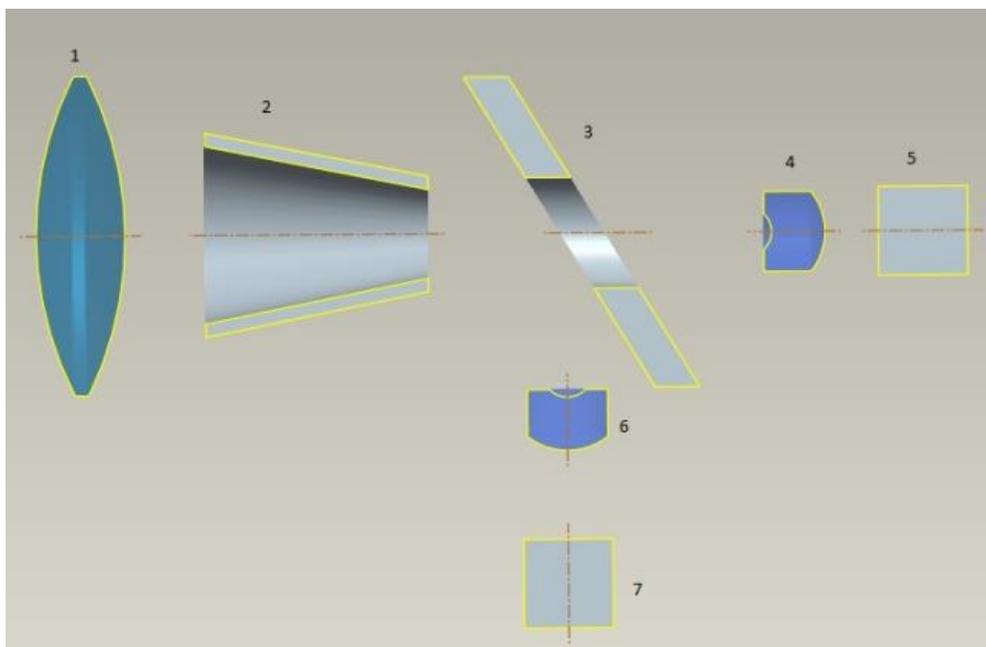


Рисунок. Оптическая система инфракрасного измерителя высоты нижней границы облаков

На рисунке изображена разрабатываемая оптическая система инфракрасного измерителя высоты нижней границы облаков (ВНГО) с коаксиальной оптической схемой. Основными элементами являются линза 1, выполненная в виде единого элемента для коллимации пучка излучателя с заданной расходимостью и приемной части с заданным полем зрения.

Применение бленды 2 обусловлено необходимостью повышения защиты фотоприемного устройства (ФПУ) от отраженного излучения лазера 4 от линзы 1. Из-за высокой мощности лазера значительная часть излучения лазера от 5% до 10% отражается от поверхности линзы 1, в результате чего попадая на площадку ФПУ 7, часть отраженного излучения может привести к засветкам или к выходу его из строя. Наклонное зеркало с отверстием 3 направляет отраженный поток к фокусирующему объективу 4, который, в свою очередь, фокусирует поток на площадку ФПУ 7. Таким образом, обеспечивается разделение приемного и передающего трактов разрабатываемой оптической системы.

В табл. 2 представлены конструктивные параметры оптической системы передающего канала.

Таблица 2. Конструктивные параметры оптической системы передающего канала

№ пов.	Радиусы кривизны	Осевые расстояния	Марка стекла	Световые размеры	Примечания
1	Плоскость	33,500		Ø4	1. Видимое увеличение телескопической системы (ТС) 0,1 крат 2. Диаметр выходного пучка лазера 4 мм 3. Угловая расходимость излучения на выходе ТС 0,4 мрад 4. Угловая расходимость излучения на входе ТС 4 мрад 5. Диаметр излучения на выходе ТС 43,4 мм
2	Плоскость	3,000	К8	Ø4,2	
3	34,208	391,866		Ø4,02	
4	Плоскость	30	БФ11	Ø28,6	
5	-288,796			Ø29,8	

В табл. 3 представлены конструктивные параметры оптической системы приемного канала.

Таблица 3. Конструктивные параметры оптической системы приемного канала

№ пов.	Радиусы кривизны	Осевые расстояния	Марка стекла	Световые размеры	Примечания
1	288,796	30,000	БФ11	180	1. Диаметр излучения на входе ТС 180 мм. 2. Угловая расходимость излучения на выходе ТС 8 мрад. 3. Угловая расходимость излучения на входе ТС 0,8 мрад 4. Диаметр излучения на выходе ТС 18 мм
2	Плоскость	391,866		180	
3	-34,208	3,000	К8	18	
4	Плоскость	10,000		18	
5	Плоскость	18,000	К8	18	
6	Плоскость	30,000		18	
Микрообъектив 90×1,25					
7	Плоскость	2		0,2	

Заключение. В результате исследования была спроектирована оптическая система инфракрасного измерителя высоты нижней границы облаков, основными преимуществами которой являются:

- обеспечение диапазона измерения ВНГО, начиная с 10 м;
- отсутствие засветок в оптическом тракте;
- более равномерный сигнал отражения в результате использования моностатической коаксиальной оптической схемы;
- малое количество элементов в схеме, что упрощает конструкцию и снижает ее стоимость.

Литература

1. Зуев В.Е. Оптика атмосферы. Итоги и перспективы // Оптика атмосферы. – 1988. – Т. 1. – № 1. – С. 5–12.
2. Межерис Р. Лазерное дистанционное зондирование / Под ред. А.Б. Карасева; Пер с англ. И.Г. Городецкого. – М.: Мир, 1987. – 550 с.
3. Слюсарев Г.Г. Расчет оптических систем. – Л.: Машиностроение, 1975. – 638 с.
4. Argall P.S. and Sica R.J. LIDAR: Atmospheric Sounding Introduction and evolution // Encyclopedia of Atmospheric Sciences. – 2003. – V. 2. – P. 574–582.
5. Clark R.N. Manual of Remote Sensing // Spectroscopy of Rocks and Minerals, and Principles of Spectroscopy. – 1999. – V. 3. – P. 3–8.



Смазнова Евгения Сергеевна

Год рождения: 1994

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
группа № А4132

Направление подготовки: 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие
процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

e-mail: smaznova_94@mail.ru



Рахманов Юрий Алексеевич

Год рождения: 1941

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
к.т.н., доцент

e-mail: rahmanovua2010@gmail.com

УДК 67.06

**ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ ОБРАЩЕНИИ
С КОММУНАЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ**

Смазнова Е.С., Рахманов Ю.А.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Рахманов Ю.А.

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615877 «Исследование и разработка финансовых, эколого-экономических и организационных методов и инструментов трансфера инновационных технологий в условиях устойчивого развития».

В работе рассмотрена ситуация обращения с твердыми бытовыми (коммунальными) отходами, их сбор и способы переработки. Также более подробно рассмотрена ситуация с таким вторичным отходом, как макулатура. На примере России, Швеции и Финляндии пошагово пройдены все этапы: от сбора макулатуры, ее сортировки, переработки и повторного изготовления продукции.

Ключевые слова: твердые бытовые (коммунальные) отходы, сбор отходов, способы переработки, переработка вторсырья, макулатура.

По данным Росприроднадзора основной технологией утилизации таких отходов в нашей стране является их захоронение на полигонах, а также на санкционированных и несанкционированных свалках. Отходы, при бесконтрольном размещении на свалках, негативно воздействуют на окружающую среду, атмосферный воздух, воду и почву, создавая определенную угрозу здоровью и жизни населения [1].

Сбор твердых коммунальных отходов (ТКО) может осуществляться по двум традиционным схемам санитарной очистки территорий.

1. Схема с использованием несменяемых контейнеров является самой распространенной на территории России. Она подразумевает предварительный сбор ТКО от населения в контейнеры, установленные на стационарных площадках.
2. Схема с использованием сменяемых контейнеров также подразумевает организацию стационарных контейнерных площадок, но вывоз ТКО осуществляется вместе с контейнером. При этом на его место устанавливается пустой контейнер.

Способы переработки коммунальных отходов. Существует несколько способов избавления от нежелательного мусора, рассмотрим некоторые из них.

1. Захоронение. Наиболее финансово выгодный способ. Технология переработки коммунальных отходов основывается на самопроизвольном разложении органической части отходов в теле полигона.

В процессе захоронения образуется фильтрат, содержащий: органические кислоты – 1400 мг/дм³; аммонийный азот – 27 мг/дм³; железо – 15 мг/дм³; кальций – 80 мг/дм³; магний – 30 мг/дм³; хлор – 300 мг/дм³; цинк – 2,0 мг/дм³ и другие.

Свободно стекая по рельефу, он попадает в почву, поверхностные и подземные воды, приводя к опасному загрязнению окружающей среды не только вредными соединениями, но и патогенными микроорганизмами.

2. Компостирование. Технология переработки отходов, основанная на их естественном биоразложении. Наиболее широко компостирование применяется для переработки отходов органического происхождения, таких как листья, ветки и скошенная трава.

3. Брикетирование. В процессе переработки происходит уплотнение коммунальных отходов, что приводит к уменьшению их объема. Это, в свою очередь, экономит средства, выделяемые для хранения и транспортировки коммунальных отходов.

4. Сжигание. Сжигание мусора на полигонах является одним из распространенных способов утилизации. При сжигании 1 т ТБО выбрасывается от 0,6 до 0,75 т отходящих газов, и можно получить 1300–1700 кВт·ч тепловой энергии или 300–550 кВт·ч электроэнергии.

В настоящее время уровень сжигания бытовых отходов в отдельных странах различен. Из общих объемов бытового (коммунального) мусора доля сжигания колеблется в таких странах, как Австрия, Италия, Франция от 20 до 40%; Бельгия, Швеция – 48–50%; Япония – 70%; Дания, Швейцария – 80%; Англия и США – 10%. В нашей стране сжиганию подвергаются пока лишь около 2%, а в Москве – около 10% [2].

5. Переработка вторсырья. Переработка отдельных видов отходов для получения продукции. Виды отходов, подходящие для повторной переработки:

- лом черных и цветных металлов. Металлические остатки отсортировывают в процессе магнитной сепарации, прессуют, пакетируют и отправляют на предприятия литейного производства для переплавки;
- пластмассы. Вторичная переработка осуществляется только в случае отсутствия жестких требований к полученному материалу;
- стеклотара и стеклобой. Используется для производства технического стекла, применяющегося в строительстве, стекловаты;
- макулатура. Обработка вторсырья и изготовление из нее различной продукции [3].

Конкретнее остановимся на переработке такого вида вторсырья, как макулатура. Рассмотрим принцип сбора, переработки и использования на примере России, Финляндии и Швеции.

Сбор макулатуры в России. Сбор макулатуры в России производится двумя способами. Наиболее распространенный – общий сбор с другими видами коммунальных отходов, с последующей сортировкой, менее распространенный – сбор в пунктах приема макулатуры.

Сбор и сортировка макулатуры в Швеции и Финляндии. Система сбора и сортировки макулатуры может осуществляться как контейнерным способом сбора макулатуры в жилых дворах, так и так называемым drop-off центром у крупных городских супермаркетов [4].

В России находит применение сортировка макулатуры по внешним признакам. В автоматических сортировочных машинах сенсоры способны распознавать цвет проплывающей на ленте конвейера бумаги [4].

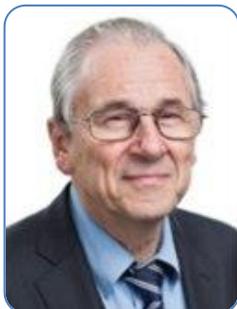
Проходя через наклонные плоскости, поток бумажных отходов распределяется на ленте конвейера в один тонкий слой. Посылаемые пучки видимого света и

**Смирнов Дмитрий Андреевич**

Год рождения: 1984

Факультет низкотемпературной энергетики,
кафедра кондиционирования воздуха, группа № W4112Направление подготовки: 16.04.03 – Холодильная, криогенная техника
и системы жизнеобеспечения

e-mail: dmitrii_smirnov_@mail.ru

**Рахманов Юрий Алексеевич**

Год рождения: 1941

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
к.т.н., доцент

e-mail: rahmanovua2010@gmail.com

УДК 621.574.013-932.2

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ СИСТЕМ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АБСОРБЦИОННОЙ ХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНЫ****Смирнов Д.А., Рахманов Ю.А.****Научный руководитель – к.т.н., доцент Рахманов Ю.А.**

В работе приведен анализ экономической эффективности при использовании абсорбционной холодильной машины (в сравнении с парокомпрессионной холодильной машиной) в качестве основного источника холодоснабжения системы кондиционирования воздуха в летний период года и в качестве дополнительного источника теплоснабжения в холодный период года.

Ключевые слова: абсорбционная холодильная машина, АБХМ, электрический чиллер BROAD, энергосбережение, энергоэффективность.

Примерно 10 лет назад в нашей стране началось сначала единичное, затем широкое практическое применение систем кондиционирования для создания комфортных условий в помещениях различного назначения. Сейчас рост потребности в холоде для систем кондиционирования воздуха продолжается. Величина требуемой холодопроизводительности для крупных объектов (30000–130000 м²), таких как аквапарки, торгово-развлекательные центры, складские зоны возрастает до 5–8 МВт. Использование на подобных объектах парокомпрессионных машин порождает ряд технических проблем, решение которых существенно удорожает выработку «холода». Основной проблемой является подключение к источникам электроэнергии. В данном случае дело не в том, что электроэнергия дорога для потребителя, а в том, возможно ли подключение к электрическим сетям.

Первым и основным преимуществом абсорбционной холодильной машины (АБХМ) является то, что она не потребляет электроэнергию на реализацию холодильного цикла. Электроэнергия расходуется только на перемещение сред – работу насосов и вентиляторов. Еще одним важным преимуществом является низкий уровень шума при ее работе. Уровень собственных шумов абсорбционных установок при $Q_0 \geq 1,5$ МВт не превышает 65 дБа. Также они отвечают требованиям протоколов Монреаля и Киото, т.е. не способствуют разрушению озонового слоя и глобальному потеплению, так как в них не используются хладоны, утечка которых и является причиной разрушению озонового слоя [1].

Из недостатков АБХМ необходимо отметить большую, чем у парокомпрессионных, массу, а также необходимость установки в контуре охлаждения АБХМ мокрой градирни,

являющейся источником дополнительного шума и потребителем подпиточной воды, для компенсации при испарительном охлаждении [2].

Рассмотрим энергоэффективность применения парокомпрессионных (вариант №1) и абсорбционных (вариант №2) холодильных машин на примере объекта – торгово-развлекательного центра в Московской области $S=120000 \text{ м}^2$. Согласно техническому заданию на проектирование необходимые мощности распределяются равномерно между четырьмя независимыми энергоцентрами. Параметры энергоресурсов приведены в табл. 1.

Таблица 1. Расчетные параметры

	Энергоресурс	Суммарная мощность, кВт
Q	Тепловая мощность отопления, вентиляции, ГВС	21084
Q_0	Холодильная мощность	6976

Вариант №1 (рисунок, а). Подключение электрических мощностей производится от городских сетей. Холод вырабатывается при помощи парокомпрессионных холодильных машин (ПКХМ) Carrier ($Q_0=872 \text{ кВт}$). Тепло вырабатывается в газовых котлах Rendamax R3407 ($Q=1309 \text{ кВт}$).

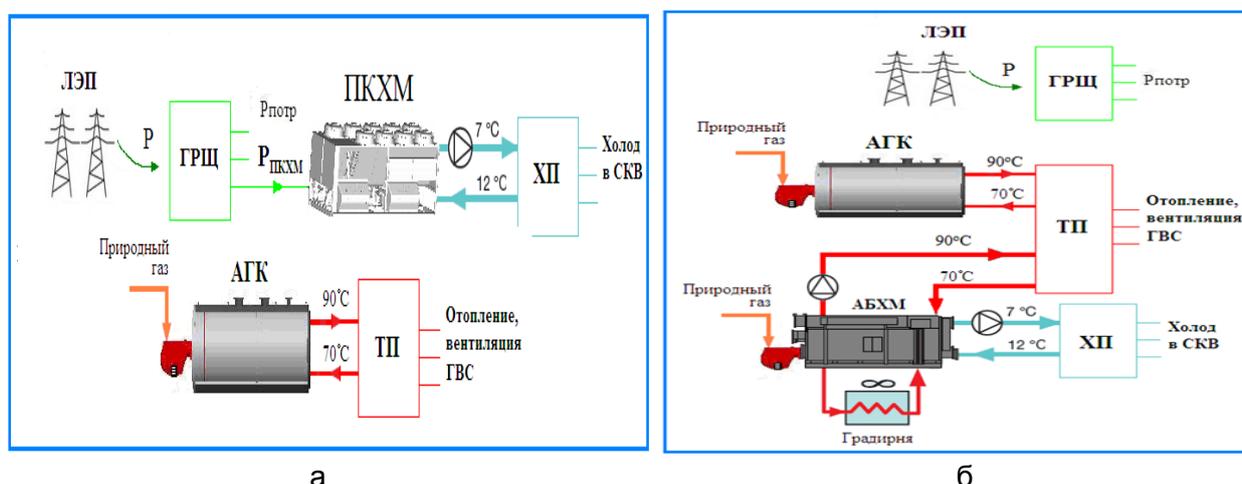


Рисунок. Схемы энергоцентра. Вариант №1 (а) и Вариант №2 (б)

Вариант №2 (рисунок, б). Подключение электрических мощностей производится от городских сетей. Холод вырабатывается при помощи АБХМ BROAD VZ-75 ($Q_0=872 \text{ кВт}$, $Q=672 \text{ кВт}$). В холодный период года АБХМ переключаются в режим работы теплового насоса и вместе с газовыми водогрейными котлами Rendamax R3407 ($Q=1309 \text{ кВт}$) участвуют в теплоснабжении комплекса.

Сравнительный анализ инвестиций в энергоцентры представлен в табл. 2 [3].

Таблица 2. Инвестиции в энергоцентры

Статьи затрат		Вариант №1	Вариант №2
P	Потребление электричества энергоцентрами, кВт(э)	2360	248
	Стоимость подключения электрической энергии от городских сетей, тыс. руб.	118000	12400
q	Потребление природного газа котельной и АБХМ, $\text{нм}^3/\text{час}$	2420	2440
	Стоимость согласования лимитов на газ, тыс. руб.	29040	29280
Q_0	Стоимость основного холодильного оборудования, тыс. руб.	149640	215480
Q	Стоимость котельного оборудования на отопление, вентиляцию и ГВС, тыс. руб.	73360	54976
ИТОГО по инвестициям на все энергоцентры, тыс. руб.		370040	312136
Процентное соотношение		100%	84%

Сравнительный анализ эксплуатационных затрат представлен в табл. 3 [3].

Таблица 3. Эксплуатационные затраты

Эксплуатационные затраты		Ед. изм.	Вариант №1	Вариант №2
Потребление энергоносителей	Потребление электрической энергии за эксплуатационный сезон холодильным оборудованием	кВт(э)/ч	2933280	283248
	Потребление электрической энергии за эксплуатационный сезон котельным оборудованием и АБХМ на отопление	кВт(э)/ч	96768	217728
	Потребление природного газа АБХМ за теплый период	м ³ /год	–	695520
	Потребление природного газа котельной и АБХМ за холодный период		6098400	6148800
Годовые затраты	Затраты на электрическую энергию за эксплуатационный сезон	тыс. руб.	14576	2408
	Затраты на газ для АБХМ в теплый период года на выработку холода		–	3576
	Затраты на газ для котельной и АБХМ в холодный период года		31344	31604
	Затраты на воду для подпитки мокрых градирен		–	724
Итого по эксплуатационным затратам для всех энергоцентров		тыс. руб.	45920	38312
Процентное соотношение		%	100%	83%

Таким образом, экономия по первоначальным инвестициям в реализацию энергоцентра по варианту №2, за счет сокращения платы на подключения к сетям, составляет 57,9 млн руб., а ежегодная экономия на эксплуатации энергоцентра по варианту №2 составит 7,6 млн руб.

Литература

1. О некоторых преимуществах абсорбционных холодильных машин [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.abxm.ru/broad-group/stati/o-nekotorykh-preimushchestvakh-absorbtsionnykh-kholodilnykh-mashin.html>, своб.
2. Галимова Л.В. Абсорбционные холодильные машины и тепловые насосы: учеб. пособие. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 1997. – 226 с.
3. Абсорбционные холодильные машины [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.abxm.ru/>, своб.



Солодкова Виолетта Николаевна

Год рождения: 1994

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра графических технологий, группа № P4170

Направление подготовки: 09.04.02 – Информационные системы
и технологии

e-mail: violetta.solodkova@gmail.com



Спиридонова Анна Михайловна

Год рождения: 1982

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра графических технологий, ст. преподаватель
e-mail: spiranna@list.ru

УДК 004.4'27

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ ВИДЕОМЭППИНГА НА СКУЛЬПТУРЕ

Солодкова В.Н., Спиридонова А.М.

Научный руководитель – к.ф.н. Смолин А.А.

В работе представлен анализ технологии создания видеомэппинга на скульптуре с точки зрения аудиовизуального искусства.

Ключевые слова: видеомэппинг, видеопроекция, объектный мэппинг.

Видеомэппинг является технологией видеопроецирования, которая используется для преобразования практически любой поверхности в динамический видеодисплей. Основная задача видеомэппинга – создать объемную физическую иллюзию, состоящую из изображений в комбинации с аудиовизуальными эффектами. Данная технология активно используется в музейной и коммерческой сферах. Крупные компании, такие как BMW, Nokia и Samsung использовали технологию видеомэппинга в своих рекламных кампаниях для продвижения товаров в крупных городах по всему миру (рис. 1). Художники, благодаря данной технологии, могут демонстрировать свои работы на различных локациях [1].



Рис. 1. Видеомэппинг на автомобиле

Видеомэппинг является одновременно и направлением аудиовизуального искусства и технологией аудиовизуального творчества. С точки зрения искусства видеомэппинг является процессом глобальным, и всеохватывающим различные виды восприятия (визуальное, слуховое, восприятие времени, пространства и движения) человеком того художественно-информационного контента, который заложил в него автор [2]. Будучи информационной технологией видеомэппинг обладает четкой последовательностью действий, собственными этапами создания и методами.

Цифровое искусство находится под воздействием концептуального искусства, поскольку основывается на изначальной «идее» или «концепте» [3]. Для привлечения зрительского внимания, концепция является важным аспектом художественной работы,

совмещающей в себе искусство и технологии. Без выбора предварительной концепции видеомэппинг рискует превратиться в обычную декорацию.

Процесс создания концепции включает в себя не только сравнение имеющихся на рынке аналогов, но также разработку новых технологий, инструментов и создание эмоциональной связи между зрителем и произведением искусства [4]. Затронуть чувства широкой зрительской аудитории, рассказать об объекте проецирования, истории его возникновения является целью создания видеомэппинга на скульптуре.

Для видеомэппинга необходимы сложные объемные поверхности, поэтому обычная проекция изображения с нескольких проекторов на плоский экран видеомэппингом не является. Также необходимо заметить, что разные поверхности объектов для проекции имеют разные коэффициенты отражения света. Для видеомэппинга подходит поверхность с коэффициентом отражения менее 40%, при этом желательно светлого или серого цветов [5]. Таким образом, скульптуры из темной бронзы или алюминия плохо пригодны для такой проекции. Потому для создания видеомэппинга на скульптуре необходимо сначала изучить ее поверхность и выявить пригодность для последующей проекции.

Для создания видеомэппинга на скульптуре необходимо иметь ее трехмерную модель в реальных размерах, которую можно получить двумя способами.

Первый способ – использовать бесконтактный 3D-сканер. Существует две технологии трехмерного сканирования: лазерная и оптическая. Лазерные сканеры используются для сканирования статичных объектов, при этом они дают более высокую точность в отличии от оптических сканеров, которые, в свою очередь, исключают искажение при движении объекта, но при этом теряют в точности конечной модели. Таким образом, для трехмерного сканирования скульптуры больше подходит лазерный сканер. Полученную после сканирования трехмерную модель необходимо обработать в специальных программах (David-3D, Artec Studio). Эти программы предназначены для преобразования полученных результатов сканирования с целью последующей загрузки в 3D-редакторы.

Также трехмерную модель можно получить, используя метод фотограмметрии. Для этого необходимо сделать несколько десятков снимков с разных ракурсов, но при этом с одинакового расстояния. Затем полученные фотографии необходимо загрузить в программу (3DAround, Photomodeler Scanner), которая проанализирует их точки пересечения и сформирует трехмерную реконструкцию.

На следующем этапе полученная трехмерная модель импортируется в 3D-редактор (3ds Max, Cinema 4D, Blender), в котором моделируется сцена проецирования. Также на данном этапе создается развертка модели и наложение на нее текстур.

Для непосредственной проекции видеоконтента на скульптуру необходимо специальное программное обеспечение (VPT, LPMT, MadMapper, VDMX), которое позволит правильно настроить имеющиеся проекторы и сшить изображения от двух или более проекторов в зоне их пересечения. Если проекция предполагает не создание единого контента на скульптуре, а зонирование, когда отдельные элементы объекта не взаимодействуют друг с другом, а представляют собой самостоятельные поверхности для проекции, то данное программное обеспечение позволит создать маски на каждом таком элементе.

Выбор проектора зависит от размеров объекта, расстояния с которого будет наблюдаться проекция, условий затемнения окружающей среды и формата изображения. Количество проекторов, необходимых для видеомэппинга, определяется не только размерами скульптуры, но также и изначальной художественной задумкой. Мэппинг на 360° (рис. 2), с полным покрытием поверхности скульптуры требует минимум четыре проектора с каждой из сторон (фронт, зад и две боковые). Если

мэппинг выполняется только лишь на одной стороне скульптуры, то и одного проектора может быть достаточно.



Рис. 2. Проекция 360°

Видеомэппинг, будучи одновременно технологией и направлением аудиовизуального искусства, требует комплексного подхода к своему созданию. На данный момент не существует единого программного обеспечения для реализации данной технологии. Среди различного многообразия технического и программного обеспечения создателю видеомэппинга необходимо подобрать инструментальные средства в соответствии с выбранной концепцией, которая занимает ключевое место в создании художественного образа для привлечения внимания широкой аудитории. В силу возрастающей популярности видеомэппинга существует тенденция повышения научного интереса к проблемам дальнейшего исследования и внедрения видеомэппинга в культуру современного общества.

Литература

1. Yoo H., Kim H. A study on the media arts using projection mapping // Contemporary Engineering Sciences. – 2014. – № 23. – P. 1181–1187.
2. Буцык С., Мальцева Е. 3D-видеомэппинг направление аудиовизуального искусства или технология аудиовизуального творчества // Информационные ресурсы России. – 2013. – № 2. – С. 33–36.
3. Yoo H., Kim H. On study of the projection mapping in media arts // Advanced science and technology letters. – 2014. – V. 54. – P. 73–76.
4. Ekim B. A video projection mapping conceptual design and application: Yekpare [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.academia.edu/534617/A_Video_Projection_Mapping_Conceptual_Design_and_Application_YEKPARE, своб.
5. Как закалялся 3D-мэппинг в России: рассказ первопроходцев [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.avclub.pro/articles/kontseptsii/kak-zakalyalsya-3d-mepping-v-rossii-rasskaz-pervoprokhodtsev/>, своб.



Сорокина Мария Владимировна

Год рождения: 1994

Университет ИТМО, факультет систем управления и робототехники,
кафедра информационно-навигационных систем, группа № P4130

Направление подготовки: 24.04.02 – Системы управления движением
и навигация

e-mail: sorokina-m.i@ya.ru

**Яворовская Наталья Львовна**

Год рождения: 1980

АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор»

e-mail: vgranovsky@eprib.ru

**Яковенко Ольга Александровна**

Год рождения: 1979

АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор»

e-mail: vgranovsky@eprib.ru

УДК 006.91

ОПЫТ АТТЕСТАЦИИ ВЫСОКОТОЧНЫХ ИМИТАТОРОВ ДВИЖЕНИЯ**Сорокина М.В.** (Университет ИТМО), **Яворовская Н.Л.** (АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор»»), **Яковенко О.А.** (АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор»»)**Научный руководитель – Яворовская Н.Л.** (АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор»»)

В работе рассмотрена процедура проведения аттестации высокоточных имитаторов движения. Проанализированы основные параметры указанного вида оборудования, определяемые в ходе аттестации. Приведены методики определения основных характеристик высокоточных имитаторов движения, и рассмотрен вопрос повышения точности методики определения погрешности позиционирования.

Ключевые слова: аттестация, испытательное оборудование, имитаторы движения, электронный уровень, автоколлиматор, частотомер.

Введение. Одной из важных задач метрологии является аттестация испытательного оборудования, т.е. определение нормированных точностных характеристик испытательного оборудования, их соответствия требованиям нормативно-технической документации, и установление пригодности этого оборудования к эксплуатации. В работе рассмотрены методики определения основных характеристик имитаторов движения. Особое внимание уделено методике определения погрешности позиционирования, а также вопросам повышения уровня точности указанной методики.

Процедура проведения аттестации. Производство новых высокотехнологичных навигационных приборов связано с необходимостью использования современного испытательного оборудования (ИО). Требования по аттестации данного вида оборудования приведены в действующем ГОСТ Р 8.568-97 «Государственная система обеспечения единства измерений. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения».

Порядок проведения работ при первичной аттестации ИО следующий:

1. экспертиза эксплуатационной документации на ИО, разработка программы и методики первичной и периодической аттестации ИО;
2. метрологическая экспертиза программы и методики первичной и периодической аттестации, оформление заключения;
3. проведение измерений, обработка результатов измерений;
4. оформление протокола первичной аттестации и аттестата.



Рис. 1. Высокоточные имитаторы движения

Наиболее востребованными и значимыми в области навигации и управления движением являются высокоточные имитаторы движения (рис. 1). Аккредитацию на аттестацию данного вида оборудования имеет ограниченное число организаций. Эти устройства обеспечивают проведение калибровки датчиков и навигационных приборов, а также проведение испытаний изделий на воздействие механических и температурных факторов (большинство из них укомплектовано термокамерой). В данной работе рассмотрена аттестация высокоточных имитаторов движения на примере двухосного поворотного станда, предназначенного для воспроизведения углов и вращений по двум осям при проведении испытаний изделий. В таблице представлены его основные характеристики.

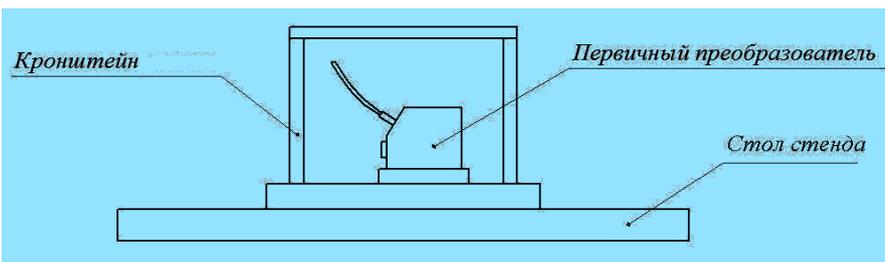
Таблица. Основные характеристики двухосного станда

Наименование характеристики	Значение (диапазон значений), единица измерений
1. Диапазон задаваемых углов	от 0 до 360°
2. Погрешность позиционирования (внутренней и внешней оси)	±3"
3. Неортогональность осей, не более	3"
4. Диапазон воспроизводимых угловых скоростей: внутренняя ось внешняя ось	от 0,001 до 1000°/с от 0,001 до 200°/с
5. Погрешность угловой скорости за оборот: от 0,001 до 0,1°/с от 0,1 до 10°/с от 10 до 1000°/с	±0,1% ±0,01% ±0,001%

В соответствии с методикой определения неортогональности осей нужно провести серию измерений с использованием электронного уровня (рис. 2, а) и вычислить среднее значение угла для положений в 0° (рис. 2, б) и 180°. Затем определить отклонения от вертикали как полуразность средних значений угла для обоих положений.



а



б

Рис. 2. Электронный уровень (а); схема закрепления электронного уровня и кронштейна при положении внешней оси 0° (б)

Для определения погрешности задания угловой скорости используется частотомер (рис. 3, а). Нужно для заданных постоянных угловых скоростей провести несколько серий измерений. Затем определяется средняя за оборот угловая скорость и для каждого рассчитанного значения угловой скорости вычисляются относительные погрешности угловой скорости по формуле.

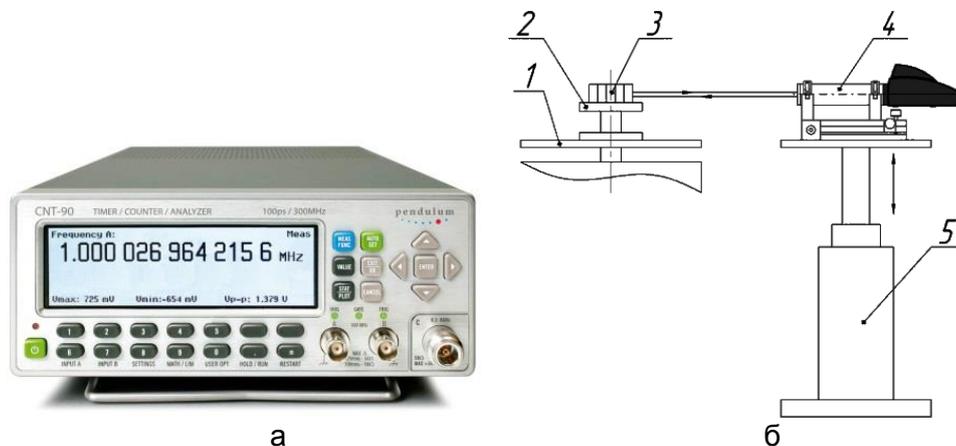


Рис. 3. Частотомер универсальный (а); схема измерений: 1 – платформа стенда; 2 – регулируемый столик; 3 – мера плоского угла; 4 – автоколлиматор ТА 500-57; 5 – кронштейн, регулируемый по высоте (б)

$$\delta\Omega_i^k = (\Omega_i^k - \Omega^k) / \Omega^k \cdot 100\%, \quad (1)$$

где $\Omega_i^k = \frac{360^\circ}{T_i^k}$; k – номер серии; i – номер измерения в данной серии; Ω^k – заданная угловая скорость.

В соответствии с методикой определения погрешности позиционирования (или погрешности задания угла) нужно установить автоколлиматор (рис. 4, а) согласно схеме (рис. 3, б) так, чтобы образовалась оптическая связь автоколлиматора с первой отражающей гранью призмы (рис. 4, б). Задавая с помощью отсчетного устройства стенда углы поворота в диапазоне от 0 до 360°, снимаются отсчеты.

Затем рассчитывается предельная погрешность позиционирования по формуле (2).

$$\Delta\alpha_i = (\alpha_i - \alpha_1) + \Delta\varphi_i,$$

где $\Delta\varphi_i = \varphi_i - (i-1) \cdot 10^\circ$ – поправка угла φ_i между 1-й и i -й гранями призмы:

$$\Delta\alpha = \max \{ |\Delta\alpha_i| \}. \quad (2)$$

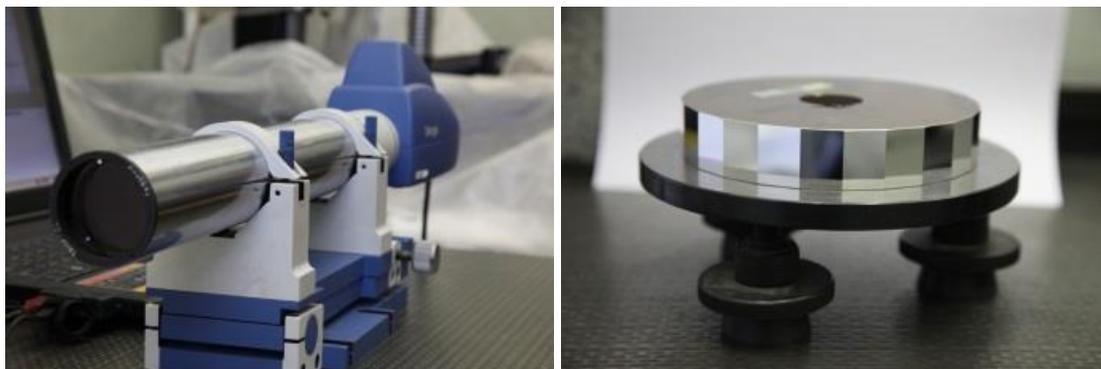


Рис. 4. Автоколлиматор (а); мера плоского угла (многогранная призма) (б)

На данный момент существует два варианта описания поправок к углам призмы. Часто используется вариант, при котором углы призмы рассчитываются как центральные углы между нормальными к соседним граням призмы, что значительно усложняет процесс обработки результатов, так как происходит накопление поправок. Вторым вариантом является расчет поправок к центральным углам, отсчитанным от первой грани призмы. Данный вариант является более удобным при обработке результатов.

В настоящее время в связи с повышением уровня точности навигационной аппаратуры остро встает задача аттестации поворотных устройств с погрешностью позиционирования $\pm 1''$. Для оценки указанного параметра может быть применена методика калибровки круговых шкал, которая легла в основу работы [1]. Методика представляет собой специальным образом организованный цикл избыточных измерений. Помимо этого, процедура характеризуется разбиением на серии, контролем качества получаемых данных и сложной обработкой с применением метода наименьших квадратов. Таким образом, данная методика позволяет за счет многократных измерений повысить точность определения предельной погрешности позиционирования.

Выводы. В работе рассмотрен вопрос аттестации высокоточных имитаторов движения, как наиболее значимых и сложных в области навигации управления движением. Представлены основные параметры указанного вида оборудования, определяемые в ходе аттестации. Также рассмотрен вопрос повышения точности оценки одного из важнейших параметров – погрешности позиционирования. Указанные методики разработаны отделом метрологии АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор» и применяются для проведения аттестации имитаторов движения.

Литература

1. Кудрявцев М.Д. Методы планирования и обработки результатов измерений плоского угла для градуировки прецизионных навигационных датчиков: дис. ... канд. техн. наук. – М., 2009. – 172 с.



Спиридонова Анна Михайловна

Год рождения: 1982

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра графических технологий, ст. преподаватель

e-mail: spiranna@list.ru

УДК 7.037.3

ЭКСПЕРИМЕНТЫ СО СВЕТОМ В ИСКУССТВЕ РУССКИХ ФУТУРИСТОВ Спиридонова А.М.

Работа посвящена актуальному вопросу современного искусствоведения, лежащему на стыке различных дисциплин – вопросу футуристических экспериментов со светом. Рассмотрено понимание эксперимента в культуре русского футуризма. Проанализированы проекты К. Малевича, М. Матюшина, В. Баранова-Россине. Проведены параллели с проектами итальянских футуристов.

Ключевые слова: светомузыкальные перформансы, авангард, русский футуризм, light art, световое искусство.

Согласно философскому энциклопедическому словарю, эксперимент (от лат. *experimentum* – проба, опыт) – «метод познания, при помощи которого в контролируемых и управляемых условиях исследуются явления действительности. Эксперимент осуществляется на основе теории, определяющей постановку задач и интерпретацию его результатов. Нередко главной задачей эксперимента служит проверка гипотез и предсказаний теории, имеющих принципиальное значение» [1].

В отличие от науки, где цель эксперимента – проверка теории, предположения, в искусстве одна из задач эксперимента – создать новые формы и образы, соединить материалы, которые ранее не употреблялись. Если в науке эксперимент «выполняет функцию критерия истинности научного знания», то в искусстве эксперимент зачастую является самой сутью произведения. Эксперимент – это и то, что роднит искусство и науку, так как в обеих системах является одной из важных ступеней в постижении мира.

В искусстве эксперимент применялся с древнейших времен, обеспечивая уникальность и самобытность художественного творчества. В определенные эпохи эксперимент уступал место более каноническим подходам, где в основе создания нового произведения лежал принцип обращения к образцу. В искусстве нового времени, когда был взят вектор на постижение объективного мира и поиск средств отражения современной реальности, эксперимент стал актуальным и значимым, осуществляя постоянное развитие и выработку новых форм. Например, в эпоху Возрождения искусство и наука максимально сблизились, обогащая и подкрепляя друг друга. Художественный эксперимент получил свое особое значение в начале XX века, когда необходимым условием существования искусства стало создание нового. В разнообразных течениях авангарда, и в особенности в футуризме, эксперимент стал важной частью эстетики. Явления физического мира, изучаемые наукой, такие как скорость, свет, звук становятся важнейшими образами в художественной системе футуризма. Одновременно художники осваивали и новые технические приспособления, такие как электрические лампы, киноаппараты и др.

Итальянские футуристы много экспериментировали со светом. Опыты братьев Бруно Корра и Арнальдо Джинна с абстрактными фильмами, «Фейерверк» Джакомо Балла (1917), эксперименты Дж. Балла с призматическим разложением света, пластические комплексы – важнейшие эксперименты в истории сложения светового искусства. Художники и теоретически обосновали разработки в манифесте «Футуристическая реконструкция действительности» (Дж. Балла и Ф. Деперо, 1915) и «Манифесте футуристической сценографии» (Э. Прампolini, 1915).

Подобные практики велись и в России. Русские футуристы подхватили итальянское движение и начали активную деятельность по обновлению действительности и созданию нового языка искусства.

Можно выделить два вида экспериментов футуристов со светом: театральные постановки-перформансы и опыты с проецированием.

Сначала рассмотрим театральные постановки.

К числу первых футуристических экспериментов со светом можно отнести оперу «Победа над Солнцем» – фундаментальное произведение для эстетики футуризма. Она была поставлена в декабре 1913 года в Санкт-Петербурге Михаилом Матюшиным и Алексеем Крученых в оформлении Казимира Малевича.

Эксперимент был самой сутью оперы, и проявлялся в работе с языком, музыкой, освещением, костюмами, декорациями. Проблема света реализовалась на уровне текста и сценического воплощения спектакля, и на всех уровнях прослеживается экспериментальная составляющая. В этой бунтарской опере описывалась борьба с Солнцем, что символизировало противостояние старому миру, а с ним классической культуре. Опера описывала воображаемый научный эксперимент вселенского масштаба: состояние мира и человека при ликвидации естественного источника света. Победа над светилом приводила к появлению новых физических законов и создавала особые условия для разворачивания умозрительного эстетического

эксперимента. Во втором действии актеры вывозили на сцену прожектор и направляли его на зрителей, таким образом ставя опыт и над публикой.

Сценическим оформлением спектакля занимался К. Малевич. Сцена театра, где показывалась опера в декабре 1913 года, была оснащена передовым осветительным оборудованием. В организации освещения Малевич использовал электрические дуговые приборы, которые усиливали контрастность черного и белого, делая белый цвет ослепительно ярким. По словам очевидца футуриста Бенедикта Лившица, световая партитура спектакля выделялась на фоне всей театральной практики того времени: «Новизна и своеобразие приема Малевича заключались, прежде всего, в использовании света как начала, творящего форму, узаконяющего бытие вещи в пространстве». Лившиц описал увиденное световое действо: «Из первозданной ночи щупальцы прожекторов выхватывали по частям то один, то другой предмет и, насыщая его цветом, сообщали ему жизнь» [2]. Малевич и в живописи этого периода создавал кубофутуристические образы, светом выделяя формы. Сцены с персонажами, одетыми в живописные костюмы, казались вышедшими из его картин, напоминали живые картины.

Позже М. Матюшин также проводил самостоятельные эксперименты со светом. В 1921–1922 гг. с учениками он занимался инсценировкой пьес Елены Гуро. М. Матюшин вспоминал о такой постановке во время выставки в канун нового года 1923 года: «...сочинили от потолка до пола бумажную колонну, в которой заключили бегающий сверху вниз и обратно свет, как будто на колонну падает в определенном месте солнечный луч. По потолку двигались фонарики. Я задумал уложить вокруг колонны скрытые объемы, которые, поднимаясь и развертываясь, создавали формы конуса, куба, эллипса и шара. Так были одеты люди. Выходило очень сильно и жутко, когда выраставшие объемы двигались вокруг колонны» [3]. О. Матюшина также оставила воспоминания об этом спектакле, исполненном без участия артистов, полностью состоящем из перемещения абстрактных объемов в сопровождении музыки и при подвижном освещении: «Артистов не было видно. На сцене же действовали бумажные макеты: кубы, шары, пирамиды. Главными были цвет и свет... Помню очень хорошо впечатление зрителей. Я видела, как они замирали, очарованные музыкой, игрой света и цвета» [3]. Это произведение можно полностью отнести к разряду экспериментов, так как в нем исследовались и вырабатывались новые формы искусства, такие как перформанс и light art, а также утверждался театр художника.

Перейдем теперь к проекционным экспериментам.

Проекционные опыты проводились в рамках исследования синтеза искусств, а именно, единения цвета и музыки, и продолжали экспериментальную линию в истории искусств, ведущую свое развитие с конца 16 столетия. Проекты и разработки цветowych музыкальных инструментов на протяжении веков создавались такими художниками и мастерами, как Джузеппе Арчимбольдо (1590-е годы), Луи Бертран Кастель (1725), Бэйнбридж Бишоп (1876), Александр Уэллес Римингтон (1893) и другими. В начале XX века эта область приковала к себе особо обостренное внимание художественной общественности. Отчасти в связи с появлением кино и обретением новых инструментов для дальнейших экспериментов. Внедрение технологий кино в сферу изобразительного искусства исследовались итальянскими футуристами братьями Бруно Корра и Арнальдо Джинна в рамках создания абстрактных фильмов.

Эксперименты Владимира Баранова-Россине, русского художника, примыкавшего к футуристам, также проводились в области пересечения музыки и изобразительного искусства. В 1916 году художник начал работу над созданием оптофонического пианино, способного одновременно создавать звуки и изображения. Изображение проецировалось при помощи расписанных художником дисков. В 1920-х годах Россине создал новую версию оптофона – клавиш. В новом приборе клавиши соединялись с определенными цветами. Впервые светомузыкальные аппараты были продемонстрированы в театре В.Э. Мейерхольда в 1923 г. и Большом театре в 1924 г. Художник описал впечатление о премьеры: «Мой аппарат <...> дает тот необычайный простор в динамической живописи, цветовой, о которой приходилось только мечтать. Теперь художник не раб плоскости, <...> а хозяин своего желания, своей воли. Вот, где действительно необъятное поле для творчества живописи. В одну секунду миллиарды картин,

волевой универсальный калейдоскоп» [4]. Интересно, что современные критики упрекали художника в ненаучности эксперимента, в отсутствии доказательной базы синтеза звука и изображения. Этот факт демонстрирует то, что современники ожидали от художественного опыта точности научного эксперимента. Но главная отличительная черта художественного эксперимента заключается именно в поиске новой художественной формы.

Осмысляя новый техногенный мир, футуристы активно осваивали области, ранее находящиеся на периферии искусства. В связи с этим экспериментальная сфера привлекала художников как никогда. Так формировался новый сложный процесс взаимодействия искусства и реальности. В экспериментах рождались новые формы искусства, а новая действительность обретала свое эстетическое осмысление. Свет как одно из важнейших явлений физического мира стал значительной темой в искусстве футуристов. В процессе изучения света наряду с другими научными явлениями художественный эксперимент становился важным методом футуристов. Раскрывая новые эстетические грани света, они утверждали эстетику технических приспособлений и электрического света. Футуристические эксперименты подготавливали почву для появления светового искусства.

Литература

1. Ильичёв Л.Ф., Федосеев П.Н., Ковалёв С.М., Панов В.Г. Философский энциклопедический словарь: словарь. – М.: Советская энциклопедия, 1983. – С. 792.
2. Лившиц Б. Полутораглазый стрелец: стихотворения, переводы, воспоминания. – Л.: Сов. писатель, 1989. – 720 с.
3. Галеев Б.М. О вкладе Михаила Матюшина в световое искусство: сборник статей // Изв. Уральского государственного университета. – 2005. – Т. 35. – № 9. – С. 120–126.
4. Шатских А., Автономова Н., Сарабянов А. Владимир Баранов-Россине. Художник русского авангарда. Альманах. Вып.181. – СПб.: Palace Editions, 2007. – С. 41.



Стерхов Александр Сергеевич

Год рождения: 1988

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра вычислительной техники, группа № P4202

Направление подготовки: 09.04.01 – Информатика и вычислительная техника

e-mail: sterkhovas88@gmail.com



Платунов Алексей Евгеньевич

Год рождения: 1957

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра вычислительной техники, д.т.н., профессор

e-mail: platunov@lmt.ifmo.ru

УДК 004.052

ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТОРОЖЕВЫХ МЕХАНИЗМОВ ДЛЯ ОТВЕТСТВЕННЫХ ВСТРАИВАЕМЫХ СИСТЕМ

Стерхов А.С., Платунов А.Е.

Научный руководитель – д.т.н., профессор Платунов А.Е.

В работе приведены причины, обуславливающие необходимость разработки нового подхода к проектированию сторожевых механизмов, обеспечивающих контроль функционирования

ответственных встраиваемых систем. Выделены ключевые задачи, требующие решения в рамках нового подхода. Внутри каждой из задач обозначены направления дальнейших исследований, необходимых для получения методов и инструментов, поддерживающих новый подход в проектировании сторожевых механизмов.

Ключевые слова: сторожевые механизмы, встраиваемые системы, надежность встраиваемых систем, инструменты проектирования.

Надежность встраиваемых вычислительных систем оказывает непосредственное влияние на эффективность и безопасность работы многих других систем, зачастую от нее зависят жизни и здоровье людей. Одним из способов повышения надежности встраиваемых систем является использование сторожевых механизмов, контролирующих процесс их функционирования, детектирующих появление ошибок и неисправностей в системе с инициализацией мер по восстановлению ее нормальной работы. Существующие подходы к проектированию такого рода механизмов, однако, не гарантируют получения эффективного решения. Это может быть обусловлено тем, что в процессе проектирования рассматривается один или ограниченное число вариантов реализации сторожевого механизма (СМ), известных разработчику. Остальные варианты остаются вне поля его видимости, так как требуют системного подхода, специальных инструментов и методов поиска. Проектирование СМ должно вестись параллельно с проектированием встраиваемой системы (ВС), являясь, по сути, одним из его аспектов [1]. В ВС необходимо заранее отвести определенные ресурсы (например, память и процессорное время), и сформировать необходимую для работы СМ инфраструктуру, такую как каналы доступа к памяти, содержимому регистров процессора и т.д. С другой стороны, СМ должен учитывать ограничения, накладываемые со стороны ВС. Например, если мощности системного процессора хватает лишь на обработку основных задач, для СМ может быть рассмотрен вариант использования дополнительного процессора. Только при параллельном проектировании ВС и СМ можно получить эффективное решение, позволяющее добиться требуемого уровня надежности. На сегодняшний момент более распространен вариант, когда СМ добавляется в уже практически полностью спроектированную систему, что значительно ограничивает его возможности и в конечном итоге эффективность.

Необходим подход к проектированию СМ, способный при сокращении времени и усилий разработчика предоставлять на выходе качественные решения. Разработка такого подхода требует поддержки со стороны инструментов и методов. Чтобы получить представление об инструментах и методах такого рода, необходимо выделить типовые задачи, которые должны решаться с их помощью. Предлагается выделить следующие задачи:

- формирование модели ВС для анализа ее свойств с целью определения требований к СМ;
- выделение в системе объектов «интереса» – элементов и процессов, требующих контроля;
- проведение поиска варианта СМ, исходя из набора шаблонных решений и требований к нему;
- оценка выбранного решения, его эффективности, достоинств и недостатков, а также ресурсов, необходимых для его реализации;
- использование моделей ВС и СМ для получения информации, необходимой для работы СМ, а также генерация из моделей артефактов, которые либо являются СМ, либо обеспечивают его работу;
- автоматическое добавление в программный код дополнительных инструкций, поддерживающих работу СМ, – инструментирование (instrumentation) программного кода;
- выполнение верификации промежуточных моделей СМ и его конечной реализации.

Часть обозначенных задач может быть решена с помощью существующих инструментов путем их адаптации и (или) формирования соответствующих методик использования. Другие задачи требуют дополнительных исследований и (или) новых инструментов.

Рассмотрим задачу моделирования ВС. Она может быть решена с использованием программных пакетов MATLAB/Simulink или инструментов на основе SysML или другого языка архитектурного проектирования. Эти средства позволяют специфицировать (описать) ВС и получать на основе этих спецификаций ее модели, в том числе и исполняемые. Из полученных спецификаций и моделей может быть извлечена информация, необходимая для формирования требований к СМ. Эта информация, в частности, должна позволить разработчику определить те объекты в системе, которые требуют контроля, желательно, с уровнями градации по степени их важности. Процесс получения такого рода информации на данный момент слабо формализован и требует разработки методик и инструментов, их поддерживающих.

Поиск вариантов решений для СМ может быть выполнен путем его совместного моделирования с ВС. Такой подход позволит разработчику вести поиск среди гораздо большего числа различных вариантов, не ограничиваясь несколькими конкретными реализациями. Возможно также рассмотрение вариантов сочетаний нескольких СМ, выбора тех уровней ВС, на которых их выгоднее реализовывать. Например, некоторые процессы необходимо контролировать на уровне передач информации между ячейками памяти, так как иным способом невозможно выявить вероятные ошибки. Для других процессов контроль на уровне отдельных регистровых передач неэффективен, так как требует обработки большого объема информации, поэтому лучше организовать контроль на более высоком уровне, например, уровне взаимодействия модулей системы. Инструментальная поддержка поиска решений для СМ путем их совместного моделирования с ВС требует целого ряда предложений. Это поиск или разработка языка специфицирования СМ, создание унифицированных моделей и шаблонов решений СМ, совместимых с существующими средствами описания и моделирования ВС. Кроме того, необходимо иметь средства оценки, позволяющие формализовать процесс выбора наиболее эффективного решения на основе имеющихся данных о системе и о СМ. В частности, нужно учитывать эффективность детектирования ошибок СМ применительно к конкретной системе, а также количество ресурсов, необходимых для реализации СМ. Наличие инструментов оценки и сравнения различных вариантов СМ поможет разработчику ориентироваться в том большом разнообразии решений, что может дать метод совместного моделирования СМ и ВС.

Модели могут быть использованы для получения информации, необходимой для работы СМ. Из них также могут быть сгенерированы артефакты, такие как конкретная реализация СМ, программы или настройки, необходимые для его функционирования. Примером может служить метод поиска контрольных точек в программе, используемых сторожевым таймером – вариантом реализации СМ, описанный в работе [2]. Разработка инструментов, использующих подобного рода методы, позволит существенно сократить время проектирования СМ и повысить его эффективность. На сегодняшний день существуют средства, позволяющие генерировать программный код и аппаратные решения из модели системы. Однако требуется адаптация этих инструментов применительно к СМ.

Для обеспечения работы некоторых типов СМ необходима модификация исходного или объектного кода программ. В код могут добавляться вызовы функций или специальные элементы, такие как сигнатуры, облегчающие сбор и анализ информации о состоянии системы, а также ее передачу в СМ. Инструменты, поддерживающие автоматический процесс модификации кода, обычно, разрабатываются для конкретной реализации СМ, как, например, в работе [3]. Существует потребность в разработке универсальных инструментов инструментирования кода для обеспечения работы СМ.

Постепенно уточняя и прорабатывая модели ВС и СМ, можно прийти к их реализации. При этом необходима верификация каждой новой модели с исходными спецификациями, а также с моделью, из которой она была получена. Верификация призвана подтвердить эквивалентность моделей в части требований к СМ и реализуемых им функций по контролю ВС. Верификация конечного решения позволяет удостовериться в том, что оно также

удовлетворяет всем необходимым требованиям, обеспечивая необходимый уровень надежности. Данная задача в определенном объеме решается существующими инструментами. Требуется оценка их применимости для задачи проектирования СМ.

Инструменты проектирования СМ должны стать неотъемлемой частью существующих инструментальных цепочек. Их тесное взаимодействие с другими инструментами необходимо для обмена информацией между ними. Так, например, видится целесообразным использование информации, полученной с помощью инструментов отладки, тестирования, профилирования и верификации, для целей проектирования СМ. Эта информация может помочь в выделении наиболее важных объектов в системе, требующих контроля. Она же полезна для формирования критериев нормального и (или) нештатного функционирования системы, закладываемых в СМ для детектирования ошибок и неисправностей в системе. Так в работе [4] предложен метод верификации, который может быть использован для реализации монитора, позволяющего актуализировать модель поведения системы в процессе ее функционирования. Он может быть использован для получения и (или) уточнения как модели нормального функционирования системы, так и модели ее поведения при возникновении в ней ошибок (для этого данный метод необходимо объединить с методами искусственного внесения ошибок в систему). Сам монитор, построенный на предложенном принципе, может выступать как СМ. В свою очередь, СМ может использоваться при проведении отладки, тестирования, верификации и т.д. Например, в работе [5] предложено использовать СМ при отладке системы.

В ходе проведения исследования были установлены следующие факты:

- объективный рост необходимости использования СМ во встраиваемых вычислительных системах;
- малая эффективность существующих подходов к проектированию СМ;
- отсутствие полноценной инструментальной поддержки проектирования эффективных СМ.

Такая ситуация требует нового подхода к проектированию СМ, поддержанного методически и инструментально. Для этого были определены типовые задачи, возникающие при проектировании СМ. В рамках решения каждой из задач, в свою очередь, были выделены основные направления, требующие дальнейшей проработки.

Открытой задачей остается разработка адекватных критериев оценки эффективности СМ, в том числе радикальное повышение точности аналитических и имитационных методов, их «привязка» к инженерному уровню проектирования. Взрывной характер роста числа и сложности ВС, особенно в контексте «кибер-физической инициативы» (CPS) и «Интернета вещей» (IoT), требует скорейшего решения обозначенных задач.

Литература

1. Platunov A.E., Nickolaenkov A.V. Aspects in the design of software-intensive systems // Mediterranean Conference on Embedded Computing. – 2012. – P. 84–87.
2. Кравчук Н.В. Нахождение минимального значения сторожевого таймера микроконтроллера [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://molod.mephi.ru/2007/original/614.doc>, своб.
3. Boroomandnezhad T., Azgomi M.A. An efficient control-flow checking technique for the detection of soft-errors in embedded software // Computers & Electrical Engineering. – 2013. – V. 39. – № 4. – P. 1320–1332.
4. Быковский С.В. Метод встроенной динамической актуализации функциональных моделей систем на кристалле // Изв. вузов. Приборостроение. – 2015. – Т. 58. – № 3. – С. 197–201.
5. Murphy N. Watchdog Timers // Embedded Systems Programming. – 2000. – V. 13. – № 12. – P. 112–124.

**Суринов Александр Сергеевич**

Год рождения: 1993

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра информатики и прикладной математики, группа № P4217Направление подготовки: 09.04.04 – Программная инженерия

e-mail: alexander.surinov@gmail.com

**Колчин Максим Александрович**

Год рождения: 1989

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра информатики и прикладной математики, ассистент

e-mail: kolchinmax@gmail.com

УДК 00.004

**ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ВЕБ-ИНТЕРФЕЙСОВ ПРИКЛАДНОГО
ПРОГРАММИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ АРХИТЕКТУРНОГО СТИЛЯ REST****Суринов А.С., Колчин М.А.****Научный руководитель – к.т.н., доцент Муромцев Д.И.**

В работе рассмотрены основные проблемы современных веб-сервисов, и описан альтернативный подход к разработке веб-сервисов, в основе которого лежит архитектурный принцип REST – гипермедиа, как средство изменения состояния системы.

Ключевые слова: REST, REST-сервис, веб-сервис, гипермедиа.

В последнее время широкое распространения получили различного рода веб-сервисы, которые предоставляют некий программный интерфейс для взаимодействия и интеграции программных систем друг с другом. Очень часто в описании веб-сервиса можно встретить акроним REST. REST (Representational State Transfer) – это стиль архитектуры программного обеспечения для построения распределенных и масштабируемых веб-сервисов [1]. REST представляет собой согласованный набор ограничений, учитываемых при проектировании распределенной системы. REST-сервис – это веб-сервис, который реализует данный архитектурный стиль с соблюдением всех ограничений.

По мнению многих разработчиков программного обеспечения, процесс разработки REST-сервиса стандартен и представляет собой ряд последовательных этапов:

1. разработчик определяет внутреннюю адресную структуру ресурсов и описывает доступ к этим ресурсам по определенным URL (Uniform Resource Locator) шаблонам;
2. данные, которые необходимо передать клиенту, представляются в удобном для передачи формате (чаще всего JSON);
3. разработчик описывает все доступные ресурсы, URL-шаблоны, форматы запросов и ответов в отдельном документе, который становится доступен конечному пользователю.

Алгоритм, по которому данный веб-сервис затем используется, также стандартен:

1. конечный пользователь изучает документацию, форматы запросов и ответов;
2. разрабатывается клиентское приложение, которое взаимодействует с веб-сервисом по заранее определенным URL-шаблонам, описанным в документации.

Несмотря на простоту создания подобных веб-сервисов, данный подход имеет ряд проблем.

Основная проблема связана с тем, что веб-сервисы, разрабатываемые по описанному выше алгоритму, нарушают некоторые принципы, характеризующие REST-архитектуру. Один из таких принципов – это использование гипермедиа, как средство изменения состояния системы [2]. Суть данного принципа состоит в том, что клиент взаимодействует с веб-сервисом не по заранее определенным URL-шаблонам, а через действия, которые динамически определяются самим веб-сервисом (гипермедиа). Из-за нарушения данного принципа вытекает вторая проблема, которая выражается в сильной связи между клиентом и веб-сервисом.

Взаимодействие между клиентом и веб-сервисом происходит по заранее определенным URL-шаблонам. Данный принцип плох тем, что клиент полностью зависит от адресной структуры веб-сервиса и, если адресная структура меняется, клиент перестает работать.

Для решения описанных выше проблем существует альтернативный подход к проектированию и разработке веб-сервисов на базе архитектурного стиля REST с использованием гипермедиа.

Суть подхода с использованием гипермедиа состоит в методе описания ресурсов. Ресурс в своем представлении содержит информацию о том, какие операции доступны над этим ресурсом в текущий момент времени и как эти операции следует выполнять (рисунок). Также ресурс содержит ссылки на связанные ресурсы. Отсутствие ссылки, как на связанные ресурсы, так и на доступные операции означает, что данная операция недоступна в текущем состоянии ресурса. Таким образом, представление ресурса само себя описывает в достаточной степени, чтобы клиент понял, что с ресурсом можно делать.

Взаимодействие клиентского приложения с гипермедиа REST-сервисом можно описать следующим образом. Клиент знает только точку входа в REST-сервис, некий корневой ресурс. Корневой ресурс содержит информацию о других доступных ресурсах, действиях и операциях. Клиент, используя представленную в представлении корневого ресурса информацию, может формировать и совершать запросы к другим ресурсам, модифицировать их и, таким образом, изменять состояние системы.

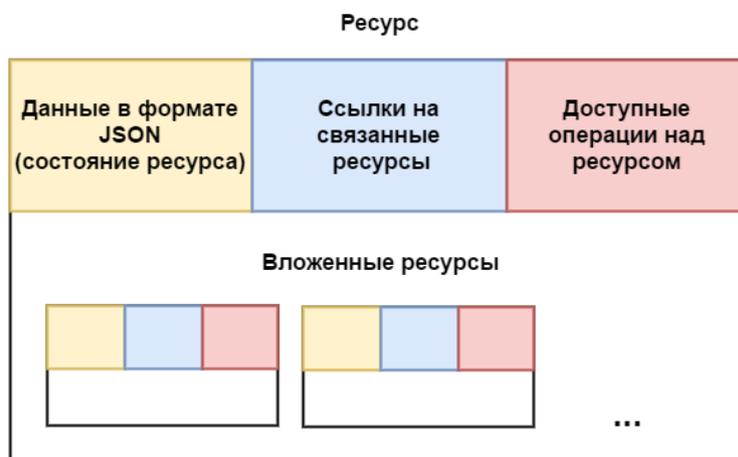


Рисунок. Пример гипермедиа ресурса

Достоинства данного подхода:

- гибкость и расширяемость. REST-сервис предоставляет всю необходимую информацию клиенту в ресурсах, и клиент больше не привязан к конкретным адресам и ссылкам. Это позволяет разработчикам добавлять новые возможности или просто менять адресную структуру ресурсов без нарушения работы существующих клиентов;
- открытость. Пользователям не обязательно читать документацию и строго определять URL-шаблоны, по которым происходит взаимодействие с REST-сервисом. Данный подход позволяет исследовать REST-сервис по аналогии с веб-сайтом. Достаточно

знать только точку входа в REST-сервис, а дальше сервис сам предоставит всю необходимую информацию о ресурсах, действиях и операциях.

К очевидным недостаткам данного подхода можно отнести следующее:

- рост числа запросов. Концепция единой точки входа способна привести к росту числа запросов: чтобы добраться до нужного ресурса, необходимо выполнить ряд последовательных запросов, что может быть затратно как по времени, так и по объему передаваемых данных;
- объем передаваемого сообщения. Добавляя дополнительную информацию в виде ссылок на ресурсы и операции в исходное сообщение, мы делаем сообщение более объемным.

Литература

1. Fielding R.T. Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures. Doctoral dissertation. – University of California, Irvine, 2000. – 76 p.
2. Fielding R.T. Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures. Doctoral dissertation. – University of California, Irvine, 2000. – 82 p.



Талапов Владислав Валерьевич

Год рождения: 1993

Факультет систем управления и робототехники, кафедра технологии приборостроения, группа № P4277

Направление подготовки: 12.04.01 – Приборостроение

e-mail: Tinker999@mail.ru



Помпеев Кирилл Павлович

Год рождения: 1965

Факультет систем управления и робототехники, кафедра технологии приборостроения, к.т.н., доцент

e-mail: kir-pom@mail.ru

УДК 681.7.022.2:678.027.74:65.011.56:004.02

ВЛИЯНИЕ ВЯЗКОСТИ И ПЛАСТИЧНОСТИ МАТЕРИАЛОВ ФОРМООБРАЗУЮЩИХ ДЕТАЛЕЙ НА ПРОЦЕСС ОБРАЗОВАНИЯ В НИХ ДЕФЕКТОВ

Талапов В.В., Помпеев К.П.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Помпеев К.П.

В работе рассмотрено влияние вязкости и пластичности материала формообразующей детали на возникновение в ней дефектов. Выявлены основные виды возможных дефектов формообразующих деталей. Показаны зависимости некоторых механических характеристик материала между собой. Определены возможные пути устранения дефектов. Проведено сравнение деформаций некоторых материалов.

Ключевые слова: литье под давлением, механические свойства материала, формообразующие детали, дефекты.

Литье под давлением сложный и многосоставной процесс, который требует тщательного анализа на всех его этапах, начиная с технологической подготовки производства (ТПП) изделий из термопластичных полимерных материалов (ТПМ) и заканчивая извлечением, а также контролем отливок. Одной из задач, решаемых в ходе ТПП, является выбор материала формообразующей детали (ФОД). Использование новых материалов, превосходящих по свойствам их аналоги, может существенно сократить временные затраты ТПП [1] как в рамках опытной партии изделий, так и в серийном производстве. Однако отсутствие рекомендаций и систематизированной информации о влиянии свойств материала на протекаемые процессы литья затрудняют их применение. Для этого необходимо установить взаимосвязи между свойствами материала, этапами литья и нагрузками, которые испытывает формообразующая деталь.

Целью работы являлось выявление связи между вязкостью, пластичностью и проявляемыми дефектами формообразующих деталей. Для этого необходимо было в первую очередь определиться с понятиями вязкости и пластичности. Вязкость [2] – способность материала оказывать сопротивление быстро возрастающим (ударным) нагрузкам. Пластичность – способность материала деформироваться без разрушения. В обобщенном виде эти свойства характеризуют способность материала сопротивляться внешним воздействиям с приложением силы. Так чем же был обусловлен выбор именно этих свойств? Если проанализировать процесс литья изделий из ТПМ, то можно выделить следующие этапы:

1. смыкание формы;
2. литье;
3. извлечение отливки, очистка и смазка ФОД.

На этих этапах ФОД подвергалась следующим нагрузкам, представленным на рис. 1.

Стоит отметить преобладание механических нагрузок на каждом из этапов. Этим и был обусловлен выбор вязкости и пластичности как свойств для исследования. Вследствие влияния нагрузок, представленных на рис. 1, могут проявляться следующие дефекты:

1. эрозия;
2. большие трещины;
3. стресс-трещины;
4. разгарные трещины.



Рис. 1. Нагрузки на формообразующую деталь на разных этапах литья

В дальнейшем было проведено компьютерное моделирование процесса литья для ФОД. Моделирование проводилось с помощью пакета программ Nastran/Patran.

При сравнении использовались материалы Д16Т и Сталь 40. Данные материалы могут использоваться для изготовления ФОД как в среднесерийном, так и крупносерийном производстве. Их свойства приведены в табл. 1.

Таблица 1. Свойства материалов Д16Т и Сталь 40

Материал	Д16Т	Сталь 40
E , ГПа	72	200
μ	0,3	0,3
ρ , кг/м ³	2770	7826
α , 10 ⁶ 1/°С	22,9	11,9

При этом вязкость и пластичность не представлены среди характеристик в явном виде. Это связано в первую очередь с тем, что для их оценки требуются специальные виды испытаний, которые не всегда возможно провести. Однако можно установить взаимосвязь этих свойств и модуля Юнга (модуля упругости).

Модуль сдвига G , как один из составляющих явления вязкости, определяется по следующей формуле

$$G = \frac{E}{2(1+\mu)}, \quad (1)$$

где μ – коэффициент Пуассона; E – модуль упругости.

Что касается пластичности, то из кривой деформации [3] наблюдается пропорциональная зависимость между напряжением σ и относительной деформацией ε . Как известно из закона Гука

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}, \quad (2)$$

где σ – напряжение, вызываемое в образце действующей силой; ε – относительной деформация образца, вызванная напряжением.

После проведения моделирования процесса литья для каждого из материалов были получены значения напряжений, представленные в табл. 2.

Таблица 2. Сравнительная таблица напряжений материалов Д16 и Сталь 40

Виды напряжений	Материал Д16Т			Материал Сталь 40		
	Макс. знач.	Мин. знач.	σ_a	Макс. знач.	Мин. знач.	σ_a
Стресс-тензор по оси Ox , МПа	5,11	-4,35	4,73	1,33	-6,55	3,94
Стресс-тензор по Oy , МПа	6,91	-4,72	5,82	1,15	-7,11	4,13
Стресс-тензор по Oz , МПа	6,80	-2,79	4,80	1,22	-4,32	2,77
Напряжение по фон Мизесу	7,49	-18,7	13,09	1,17	-2,79	1,98

Используя выражения (1) и (2) получаем следующее равенство

$$E = G2(1+\mu) = \frac{\sigma}{\varepsilon}. \quad (3)$$

При переходе к материалу с большим модулем Юнга, в данном случае – это смена материала с Д16Т на Сталь 40, т.е. при увеличении модуля сдвига G и одновременном уменьшении напряжения σ , что видно из табл. 2, а также исходя из условия сохранения равенства по формуле (3) следует, что относительная деформация материала ε существенно снижается. Это, с одной стороны, подтверждает известное утверждение, что чем больше модуль упругости E , тем менее пластичен материал и тем меньше он деформируется под воздействием внешней нагрузки, а, с другой стороны, снижение величины относительной деформации ε , в свою очередь, влияет на уменьшение вероятности проявления дефектов на ФОД.

Это значит, что необходимо выбирать материал с низкой амплитудой напряжений для предотвращения возникновения дефектов в ФОД, чтобы стойкость таких ФОД была выше. В

данном случае очевидно, что стойкость стальных ФОД выше, чем стойкость ФОД из Д16Т. Однако с уменьшением серийности стойкость ФОД может перестать быть определяющим фактором. При незначительной программе выпуска может оказаться, что стойкость ФОД из Д16Т будет достаточной, чтобы обеспечить всю программу выпуска полимерных деталей. При этом общее время на изготовление дюралюминиевых ФОД будет значительно меньше времени изготовления стальных ФОД. Это позволит быстрее начать изготовление полимерных деталей и значительно снизить общие затраты на их производство.

По результатам работы можно выделить следующее:

- материалы с высокими показателями модуля упругости менее подвержены влиянию напряжений;
- разница между максимальными и минимальными значениями демонстрирует величину внутренних напряжений. Эти напряжения характеризуют величину относительной деформации, т.е. проявления дефектов на ФОД. На рис. 2 представлены рекомендации по снижению дефектов.

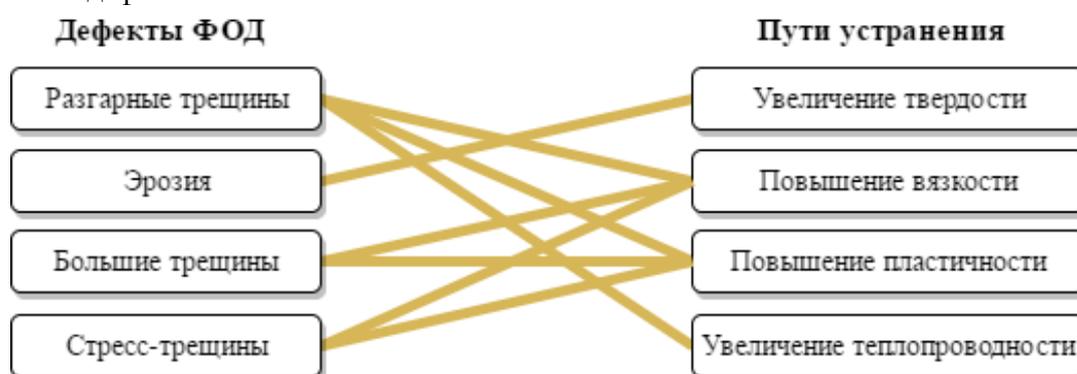


Рис. 2. Пути устранения дефектов

По окончании работы было определено соотношение между вязкостью и пластичностью. Представлена связь этапов литья и видов нагрузок, действующих на ФОД, а также даны рекомендации по снижению вероятности появления дефектов. В дальнейшем эта информация войдет в основу формирования правил выбора ФОД как одного из критериев оценки пригодности материала для использования.

Литература

1. Яблочников Е.И., Грибовский А.А., Пирогов А.В. Эффективность применения аддитивных технологий для изготовления литьевых форм и при подготовке производства изделий из термопластичных полимерных материалов // *Металлообработка*. – 2013. – № 5-6(77-78). – С. 74–80.
2. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов: учеб для вузов. – М.: Изд-во МГТУ им Н.Э. Баумана, 1999. – 592 с.
3. Александров А.В., Потапов В.Д., Державин Б.П. / Под ред. А.В. Александрова. Сопротивление материалов: учеб. для вузов. – 3-е изд. испр. – М.: Высш. шк., 2003. – 560 с.



Тампер Антон Микаэль

Год рождения: 1993

Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем, аспирант

Направление подготовки: 09.06.01 – Информатика и вычислительная техника

e-mail: anton-t@mail.ru

**Большаков Владимир Олегович**

Год рождения: 1995

Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем, группа № Р3460

Направление подготовки: 11.03.03 – Конструирование и технология электронных средств

e-mail: lion080895@gmail.com

УДК 621.315.592

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОКОМПОЗИТА Si_{nc}/SiO_2 ПУТЕМ ИМПЛАНТАЦИИ ИОНОВ Si В SiO_2 ИСХОДНОЙ СИСТЕМЫ SiO_2/Si И ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ СИСТЕМЫ ЛАЗЕРОМ**Тампер А.М., Большаков В.О.****Научный руководитель – д.т.н., профессор Скворцов А.М.**

В работе рассмотрен метод получения кремниевого нанокompозита путем ионной имплантации кремния в термически выращенный окисел и последующего отжига данной структуры лазером. Определены ключевые преимущества и недостатки различных режимов лазерных отжигов по сравнению с термоотжигами в печи, подчеркнута сложность создания техпроцесса для создания нанокompозита.

Ключевые слова: нанокompозит, кремний, SiO_2 , лазерное излучение, лазерный отжиг.

Полупроводниковые нанокристаллы и аморфные нанокластеры, встроенные в диэлектрические матрицы, зарекомендовали себя в качестве структур, которые находят широкое применение в нано- и оптоэлектронике. Квантовые эффекты в таких гетероструктурах явно наблюдаются уже при комнатной температуре. Наблюдается яркая фотолюминесценция (ФЛ) нанокристаллов кремния (Si_{nc}), встроенных в матрицу диоксида кремния (SiO_2). Существует большое число методов создания кремниевых нанокompозитов, наибольшей теоретической легкостью получения обладает метод с использованием ионной имплантации и последующим лазерным отжигом образца.

Нанокompозит Si_{nc}/SiO_2 – многокомпонентный твердый материал, в котором один из компонентов (частицы кремния Si_{nc}) в одном, двух или трех измерениях имеет размеры, не превышающие 100 нм. Для создания данного нанокompозита использовались структуры со следующими параметрами (таблица).

Таблица. Описание параметров структур

№ пластины	Доза, cm^{-2}	Расположение имплантированного слоя (от поверхности $Si-SiO_2$ вглубь окисла), нм	Контрольные параметры
1	$5 \cdot 10^{13}$	$d=15 \pm 10$ нм	$E_s=35$ кэВ (Impl. SiF^+ $E=59$ кэВ)
2	$5 \cdot 10^{13}$	$d=30 \pm 10$ нм	$E_s=25$ кэВ (Impl. SiF^+ $E=42$ кэВ)
3	10^{14}	$d=15 \pm 10$ нм	$E_s=35$ кэВ (Impl. SiF^+ $E=59$ кэВ)
4	$2 \cdot 10^{14}$	$d=30 \pm 10$ нм	$E_s=25$ кэВ (Impl. SiF^+ $E=42$ кэВ)

Термически окисленные пластины кремния КДБ-10 (111). Режим термического окисления (сухое окисление, $1000^\circ C$) соответствовал режиму выращивания слоя подзатворного диэлектрика МОП-интегральных микросхем толщиной 60 нм.

Суть процесса импульсного лазерного отжига (ИЛО) состоял в быстрой (десятки наносекунд) реконструкции кристаллической структуры аморфных слоев полупроводника при воздействии лазерных импульсов с энергией кванта, превышающей ширину запрещенной зоны [1]. Этот ключевой эффект лазерной технологии на данный момент исследован достаточно широко, что позволяет использовать его в качестве инструмента в технологии полупроводниковых материалов. Основное применение ИЛО нашло в ликвидации структурных и радиационных дефектов, сгенерированных в слоях полупроводника при ионной имплантации [2].

ИЛО позволяет получать приповерхностные слои с высокими концентрациями примесей (до 10^{21} см^{-3} и выше) и структурой кристалла, приближенной к идеальной. Такие результаты невозможно получить при обычном отжиге, для которого характерен долгий нагрев в печи (до $900\text{--}1000^\circ\text{C}$) и медленное охлаждение [3], при которых возникает диффузия примеси внутрь материала. При ИЛО такого эффекта не наблюдается [2].

Кроме прикладного значения в микроэлектронике, кристаллические слои с высокими концентрациями внедряемых примесей требуют дополнительных исследований для выявления закономерностей их образования. В этих слоях протекают процессы, обусловленные наличием плотной плазмы: изменение ширины запрещенной зоны в зависимости от концентрации неравновесных носителей заряда, размягчение фононных мод с ростом концентрации, а также регистрируются оптические и электрические явления в полупроводниковых подложках [2].

Явление ИЛО заключается в мощном лазерном облучении, позволяющем модифицировать аморфные приповерхностные слои полупроводников. Воздействие мощных лазерных импульсов быстро и качественно рекристаллизует аморфные приповерхностные слои полупроводников. Эти эффекты подробно изучались в работах [4, 5]. Были зарегистрированы значительные изменения в характере зависимости коэффициента пропускания кремниевых образцов от длины волны инфракрасного диапазона после обработки лазером.

В работах [6, 7] исследовались электрофизические параметры кремниевых структур, подвергнутых лазерному воздействию. Были выявлены нелинейные зависимости роста плотности дефектов, вызванных лазерным воздействием, от дозы облучения. Также были зафиксированы изменения электрофизических параметров на значительном удалении от зоны облучения.

Лазерный отжиг – хорошо отработанный технологический метод, который применяется в течение долгих лет, однако многие происходящие физические процессы этого метода не объяснены до сих пор [8]. В ряде работ [8] проводились эксперименты по воздействию лазером на уже сформированные кремниевые наноструктуры. Так, в работе [8] было зафиксировано смещение пиков ФЛ после облучения наносекундными лазерными импульсами разной мощности (рисунок).

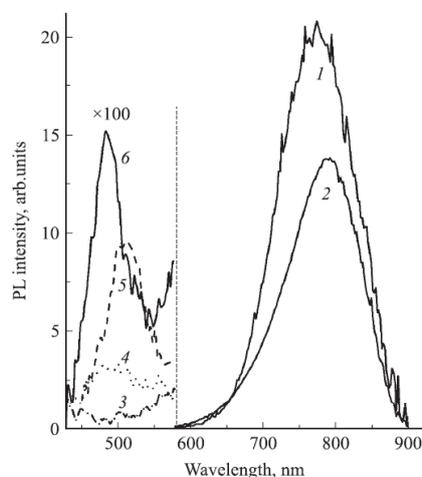


Рисунок. Спектры фотолюминесценции (PL): до (после имплантации ионов Si в слои SiO₂ и отжига при 1000°C в течение 2 ч) (1) и после наносекундного лазерного отжига (2)–(6). Плотности энергии лазерных импульсов, Дж/см²: 0,2 – (2); 0,2 – (3); 0,25 – (4); 0,3 – (5); 0,3×3 импульса – (6). (3)–(6) – отжиг в H₂

Как можно заметить, интенсивность ФЛ растет с увеличением энергии и количества импульсов.

Основной проблемой использования лазерного отжига для использования в технологическом процессе создания кремниевого нанокompозита с указанными выше параметрами (а именно, толщиной слоя окисла 60 нм) является сложность выбора режима облучения. Недостаточная мощность лазерных импульсов (длина волны 1,06 мкм – слой диэлектрика SiO₂ прозрачен для данной длины волны, т.е. все излучение поглощается приповерхностным слоем кремния и наночастицами кремния, расположенными в матрице диэлектрика), не позволяет достичь приемлемого качества нанокompозита (качество нанокompозита определяется размером и количеством наночастиц кремния и структурой диэлектрика), а режимы с мощными импульсами приводят к разрушению слоя SiO₂ и последующей абляции кремния.

Подводя итог, можно сказать, что создание наноструктур посредством лазерного облучения поверхности полупроводников представляется перспективным инструментом для решения многих теоретических и практических вопросов. Основные препятствия широкого применения метода лазерного наноструктурирования заключаются в отсутствии глубокого понимания механизмов синтеза наноструктур, отсутствии выявленных зависимостей параметров структуры от характеристик лазерного луча и неполного контроля процессов синтеза кремниевых наноструктур [9].

Литература

1. Ахманов С.А., Емельянов В.И., Коротеев Н.И., Семиногов В.Н. Воздействие мощного лазерного излучения на поверхность полупроводников и металлов: нелинейно-оптические эффекты и нелинейно-оптическая диагностика // Успехи Физических Наук. – 1985. – Т. 147. – № 4. – С. 675–745.
2. Качурин Г.А., Придачин Н.Б., Смирнов Л.С. Отжиг радиационных дефектов импульсным лазерным облучением // ФТП. – 1975. – Т. 9. – № 7. – С. 1428–1429.
3. Риссел Х., Руге И. Ионная имплантация / Перев. В. Климов, В. Пальянов. – М.: Наука, 1983. – 362 с.
4. Дышловенко С.С., Погумирский М.В., Фам Куанг Тунг. Влияние лазерного микроструктурирования поверхности кремния на морфологии и оптические свойства полученных структур // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2006. – № 6 (29). – С. 67–72.
5. Дышловенко С.С., Стройков И.И., Фам Куанг Тунг. Влияние лазерного микроструктурирования поверхности кремния на электрофизические свойства полученных структур // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2006. – № 6 (29). – С. 73–79.
6. Скворцов А.М., Халецкий Р.А., Хуинь Конг Ту. Влияние процесса лазерного микроструктурирования на электрофизические параметры системы SiO₂/Si // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2013. – № 1 (83). – С. 119–123.
7. Халецкий Р.А., Фам Куанг Тунг. Влияние излучения YLP-лазера на вольт-фарадные характеристики системы кремний–двуокись кремния // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2009. – № 6 (64). – С. 44–47.
8. Двуреченский А.В. Импульсная ориентированная кристаллизация твердых тел (лазерный отжиг) // Соросовский образовательный журнал. – 2004. – Т. 8. – № 1. – С. 108–114.
9. Качурин Г.А. и др. Действие мощных нано- и фемтосекундных лазерных импульсов на кремниевые наноструктуры // Физика и техника полупроводников. – 2008. – Т. 42. – № 2. – С. 181–186.



Тимофеева Ольга Сергеевна

Год рождения: 1980

Факультет систем управления и робототехники, кафедра технологии приборостроения, аспирант

Направление подготовки: 12.06.01 – Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии

e-mail: otimofeeva@corp.ifmo.ru

УДК 658.512.4: 621.7.07

РАЗРАБОТКА ИНТЕГРИРОВАННОЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ СРЕДЫ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ЛИТЬЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Тимофеева О.С.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Яблочников Е.И.

В работе рассмотрена концепция разработки интегрированной исследовательской среды для технологической подготовки литейного производства, необходимость информационного взаимодействия подразделений предприятия и организации баз данных и баз знаний. Рассмотрена структура разрабатываемой информационной системы, состав и назначение ее подсистем.

Ключевые слова: модернизация литейного производства, единое информационное пространство, технологическая подготовка производства, литейная форма.

В связи с существующей тенденцией к сокращению объемов выпуска и растущей индивидуализацией изделий, основным требованием к организации производства является его гибкость, что означает, прежде всего, возможность быстрой переналадки оборудования и выпуска нового типа продукции. Сокращение длительности производственного цикла представляет собой одну из наиболее важных задач, от надлежащего решения которой зависит эффективная работа предприятия. Для повышения конкурентоспособности предприятия, ориентирующиеся на литейное производство изделий из полимерных материалов, должны учитывать тенденции развития отрасли и своевременно проводить комплексную модернизацию [1].

Концепция проведения технологической подготовки производства в единой интегрированной среде предполагает сбор и комплексную обработку конструкторской, технологической, организационной и экономической информации со всеми ее взаимосвязями, которая должна рассматриваться в совокупности, как единый информационный объект. Создание такой среды, предназначенной для совместной работы специалистов в различных системах (САД, САМ, САЕ, САРР), позволит использовать преимущества автоматизированного проектирования на различных этапах технологической подготовки производства за счет формирования баз данных, баз знаний и правил, а также разработки алгоритмов принятия решений. Формирование баз знаний (например, по выбору материала формообразующих деталей) производится на основе натуральных экспериментов, из-за чего среда имеет в своем названии слово «исследовательская».

Для реализации такой интегрированной среды необходима разработка информационной системы, основанной на создании единого информационного пространства с возможностью удаленного доступа. Круг задач системы должен включать в себя разработку, проектирование и подготовку производства изделий, планирование и управление производством, решение задач материально-технического обеспечения, а также вопросы взаимодействия с заказчиками и поставщиками, вопросы сопровождения изделий и др. Информационная интегрированная система должна состоять из трех функциональных подсистем: «Анализ, прогнозирование и унификация», «Технологическая подготовка литейного производства» и «Литейное производство». Подсистема «Технологическая подготовка литейного производства» является центральной. Используя информацию о полимерном изделии и условиях его изготовления, а также решения, полученные в подсистеме «Анализ, прогнозирование и унификация», она передает принятые технические решения в формируемое техническое задание и в подсистему «Литейное производство».

Целью подсистемы «Анализ, прогнозирование и унификация» является поддержание литейного производства в состоянии, способном отвечать современным требованиям с учетом появления новых технологий и развития отрасли. На основе статистического анализа поступающих заказов здесь должны вырабатываться стратегии по оптимизации литейного производства, намечаться пути его модернизации, рассчитываться целесообразность закупки нового оборудования, как для литейного производства, так и для инструментального, которое должно обеспечивать литейное производство литейными формами и поддерживать их в рабочем состоянии.

Многообразие меняющихся и обновляющихся факторов в данной области инженерно-технологической деятельности требует постоянно изыскивать резервы повышения качества выпускаемой продукции не только при разработке новых (более совершенных) технологических процессов, но и при совершенствовании действующих на производстве [2].

Подсистема «Технологическая подготовка литейного производства» предназначена для разработки конструкций литейных форм, составления технических заданий на их изготовление, сбора информации о процессах изготовления и контроля, а также выработки рекомендаций по режимам литья. Обработка каждого нового заказа должна сопровождаться созданием нового проекта в информационной системе. При разработке новой конструкции литейной формы и разработке технического задания на ее изготовление необходимо решить ряд задач, что должно быть реализовано в информационной системе в виде модулей, работающих по определенным алгоритмам. Результаты выполнения каждого алгоритма должны сохраняться в дереве проекта.

Модулями данной подсистемы являются: «Анализ исходных данных», «Разработка проекта» и «Поиск исполнителей». Модуль «Разработка проекта» представляет собой решение ряда взаимосвязанных задач: определение оптимальной гнездности формы и типа литниковой системы, определение кинематики литейной формы и способа извлечения отливки, определение трассировки каналов системы охлаждения, определение габаритных размеров формообразующих деталей и всей литейной формы [3].

Конструкторско-технологические подразделения предприятия должны иметь современное программное обеспечение, позволяющее разрабатывать конструкции литейных форм и проектировать технологии их изготовления в соответствии с возможностями инструментального и литейного производства, описанными в соответствующих базах данных. Информация о наличии 3D-принтеров или электроэрозионного оборудования в инструментальном цехе; оборудования для многокомпонентного литья или литья с газом в литейном производстве с описанием их состояния (готов к работе, работает, на техническом обслуживании и т.д.) позволит создавать базы правил для принятия решения о выборе той или иной технологии изготовления. Если же на рассматриваемом предприятии не хватает мощностей инструментального производства для изготовления литейных форм или мощностей литейного производства, то возможно принятие решения об аутсорсинге. Для генерации автоматических запросов на аутсорсинг должен быть разработан модуль «Поиск исполнителей».

Подсистема «Литейное производство» предназначена для работы с базами полимерных материалов, хранения карт технологических процессов литья, внесения актуальной информации о состоянии литейного производства. Анализ процесса литья в системах инженерного анализа до запуска в производство может дать рекомендации относительно режимов (параметров) литейного процесса. Но для исследования реальных процессов, протекающих внутри литейной формы во время ее заполнения и выдержки под давлением, необходим мониторинг текущего состояния, для чего следует применять датчики, устанавливаемые в формообразующую деталь и контактирующие непосредственно с расплавленным полимером [4]. Выявленные оптимальные (идеальные) параметры (режимы) могут быть зафиксированы как эталонные и внесены в соответствующий информационный проект, связанный с производством конкретного полимерного изделия. Мониторинг и контроль производства в режиме реального времени (MES и SCADA) позволит поддерживать эталонные значения и, при необходимости, вносить соответствующие корректировки.

Предложенная концепция проведения технологической подготовки литьевого производства в единой интегрированной среде с использованием рассматриваемой информационной системы должна способствовать сокращению продолжительности и стоимости этого процесса за счет создания и использования баз данных и баз знаний, группирования полимерных изделий, а также за счет формирования и хранения готовых решений в виде информационных проектов. Дальнейшая работа должна быть направлена на разработку алгоритмов работы отдельных модулей, проведение экспериментов для формирования баз знаний, а также разработку интерфейса информационной системы.

Литература

1. Дувидзон В.Г. Принципы модернизации литьевого производства изделий из полимерных материалов // Полимерные материалы. – 2016. – № 6. – С. 32–37.
2. Головкин Г.С. Проектирование технологических процессов изготовления изделий из полимерных материалов. – М.: Химия, КолосС, 2007. – 399 с.
3. Казмер Д.О. Разработка и конструирование литьевых форм / Пер. с англ. под ред. В.Г. Дувидзона. – СПб.: ЦОП «Профессия», 2011. – 464 с.
4. Яблочников Е.И., Пирогов А.В., Грибовский А.А. Совместное применение аддитивных технологий и систем виртуального моделирования при подготовке производства полимерных изделий // Изв. вузов. Приборостроение. 2014. – Т. 57. – №5. – С. 72–76.



Ткачева Екатерина Владимировна

Год рождения: 1994

Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем, группа № Р3460

Направление подготовки: 11.03.03 – Конструирование и технология электронных средств

e-mail: tkacheva94@gmail.com



Агеева Татьяна Александровна

Год рождения: 1995

Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем, группа № Р3460

Направление подготовки: 11.03.03 – Конструирование и технология электронных средств

e-mail: hwang.tae.kyung1@gmail.com

УДК 621.3

ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СВОЙСТВ ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТИ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

Ткачева Е.В., Агеева Т.А.

Научный руководитель – к.т.н. Кузнецова О.В.

В работе рассмотрены различные системы автоматизированного проектирования (САПР) электронных устройств. Проведен анализ взаимодействия САПР печатных плат и машиностроительных САПР при проектировании электронных устройств. Приведены различия уровней интероперабельности, и выявлены проблемы обеспечения свойств интероперабельности САПР электронных устройств.

Ключевые слова: интероперабельность, автоматизированное проектирование, форматы, электронные устройства.

Проектирование электронных устройств (ЭУ) можно разделить на несколько групп, в частности, проектирование бытовой электроники, микроэлектроники, проектирование печатных узлов (ПУ). На сегодняшний день разработчики используют различные средства автоматизации проектирования ЭУ, которые позволяют решать поставленные перед ними задачи. Системы автоматизированного проектирования (САПР) ЭУ делятся на следующие группы: машиностроительные САПР (МСАПР) – системы для моделирования корпусов и деталей ЭУ; САПР печатных плат (САПР ПП) – системы для разработки принципиальных электрических схем, проектирования печатных плат, обеспечения цикла производства; системы инженерного анализа – системы расчетов, анализа и симуляции физических процессов.

САПР ПП имеют разнообразный функционал, который необходим в процессе проектирования различных ЭУ и в основном направлены на автоматизацию процесса разработки электронной части устройства, не затрагивая внешний облик и геометрию корпуса. МСАПР, в свою очередь, позволяют автоматизировать процесс разработки корпуса, деталей и различных частей ПУ (например, уже созданной и разработанной печатной платы или отдельных электронных компонентов).

При автоматизированном проектировании ЭУ в процессе экспортирования проектов и информации из одной САПР в другую возникают трудности передачи информации, связанные с различием геометрических ядер САПР, функционала, интерфейса и состава библиотек внутри программных продуктов. Использование же специализированных приложений САПР возможно только в рамках комплексных систем автоматизации одного производителя, так как производитель не обеспечивает открытость как внутри системы, так и всей системы в целом.

Проблема интероперабельности является естественным следствием появления множества разнообразных САПР при отсутствии единых стандартов их создания и эксплуатации. Проблема интероперабельности становится все более важной с развитием программного обеспечения, так как в настоящее время производители систем сужают возможности своих программных продуктов, одновременно усиливая их качество.

В зависимости от того, какие механизмы задействованы для достижения интероперабельности, принято выделять различные ее виды и уровни. Так как организации используют множество видов и применяют различные модели интероперабельности, ориентированные на использование от 3 до 9 ее уровней, было принято создать эталонную модель интероперабельности и зафиксировать ее в нормативном документе [1]. Построение эталонной модели (рисунок) служит одним из ключевых этапов общего цикла обеспечения интероперабельности. Интероперабельность бывает организационная и техническая.

Организационный аспект имеет отношение к потокам работ и целевым функциям сервисов во взаимодействующих системах, т.е. связан с деловыми потребностями, моделированием деятельности, административными регламентами и, по существу, завязан на ценность, полезность информации, получаемой в результате обмена, т.е. на отражение ее прагматических свойств.

Технический аспект характеризуется способностью к обмену цифровыми сигналами, к поддержке согласованных интерфейсов, протоколов и механизмов доступа к информационным ресурсам, к обмену сигналами и данными, относится собственно к сфере компьютерных технологий и обеспечивается на физическом, синтаксическом и семантическом уровнях.

Проблему интероперабельности систем можно рассматривать с двух сторон. С одной стороны – проблема взаимодействия в рамках одного уровня проектирования, которое позволяет использовать лучшие в своих классах системы для разработки и проектирования отдельных частей устройства. С другой – проблема междууровневого взаимодействия для обеспечения целостности процесса моделирования, вычислений, конструирования и жизненного цикла устройств.



Рисунок. Эталонная модель интероперабельности

Выбор подходящего комплекса САПР для разработки ЭУ часто является одним из наиболее важных шагов, определяющих успешность проекта. Очень мало существует поставщиков программного обеспечения в области проектирования ЭУ, которые в состоянии предложить лучший в своем классе инструмент для каждого этапа процесса проектирования. Кроме того, очень сложно с помощью одной САПР обрабатывать большое разнообразие типов конструкций, которые могут понадобиться для реализации крупного проекта. В процессе исследования были рассмотрены различные САПР ЭУ и проведен анализ процессов обмена данными между ними (импорт и экспорт). Из САПР ПП были выбраны системы Altium Designer и Eagle, а среди МСАПР – AutoCAD, SolidWorks и КОМПАС-3D.

Altium Designer – комплексная САПР ЭУ, позволяющая реализовывать проекты на уровне схемы или программного кода с последующей передачей информации проектировщику о программируемой логической интегральной схеме (ПЛИС) или ПУ. Отличительной особенностью программы является проектная структура и сквозная целостность ведения разработки на разных уровнях проектирования. Достоинством данной программы является возможность двунаправленной передачи информации о 3D-модели ПУ в МСАПР.

Eagle (Easily Applicable Graphical Layout Editor) – программный комплекс для разработки печатных плат, начиная с создания принципиальной электрической схемы и заканчивая трассировкой ПП. Из преимуществ Eagle над аналогичными программами специалисты отмечают возможность отката событий на любое количество шагов назад, мощный скриптовый язык. Возможность экспорта результата работы в рендерер POV-Ray позволяет просматривать 3D-модели ПП.

AutoCAD – комплексная САПР, позволяющая создавать двухмерные и трехмерные проекты. Данная программа широко используется на предприятиях электронного профиля. AutoCAD поддерживает различные форматы файлов (DWG, DXF, DWF), которые позволяют работать с несколькими слоями, в результате чего проектирование становится более удобным. AutoCAD на различных этапах проектирования взаимодействует со специализированными приложениями, выпущенными на его основе, такими как AutoCAD Mechanical, AutoCAD Architecture, AutoCAD Electrical, PLANT-4D, AutoPLANT, GeoniCS и другими.

SolidWorks – программный комплекс САПР для автоматизации работ на этапах конструкторской и технологической подготовки производства. Обеспечивает разработку устройств любой степени сложности и назначения. Специализированное приложение CircuitWorks является добавлением к программному обеспечению SolidWorks Premium и позволяет взаимодействовать с большинством САПР ПП для создания 3D-моделей ПУ.

КОМПАС-3D – комплексная САПР, предназначенная для создания трехмерных ассоциативных моделей отдельных деталей и сборочных единиц, содержащих как оригинальные, так и стандартизованные конструктивные элементы. Параметрическая технология позволяет

быстро получать модели ПУ на основе проектированного ранее прототипа. Многочисленные сервисные функции облегчают решение вспомогательных задач проектирования и обслуживания производства. Ключевой особенностью системы является использование собственного математического ядра и параметрических технологий. Взаимодействие с САПР ПП осуществляется посредством специализированного конвертера системы. В таблице представлен сравнительный анализ обмена данными между рассмотренными системами.

Таблица. Сравнительный анализ обмена данными

	AutoCAD	SolidWorks	КОМПАС-3D
Altium Designer	Форматы		
	Экспорт: DWG, DXF Импорт: DXF, DWG	Экспорт: STEP, IDF Импорт: STEP	Экспорт: 2D – DXF; 3D – IGES, STEP и IDF. Импорт: DXF, DWG, IDF
	Обмен данными		
	DXF – информация о 2D-модели: габаритные размеры, расположение корпусов, отверстий и прочего	– IDF – информация о 3D-модели ПП: расположение и размер отверстий, размещение и форма компонентов. – STEP – информация о 3D-модели ПП: геометрия платы и компонентов, цвета тела, граней и кривой. Перенос отдельных слоев и контуров в эскиз	– DXF – информация о 2D-модели: габаритные размеры, расположение корпусов, отверстий и пр. – IGES, STEP – информация о 3D-модели ПП, если 3D-модель создана в Altium Designer. – IDF – информация о 3D-модели ПП: расположение и размер отверстий, размещение и форма компонентов
Eagle	Форматы		
	Экспорт: DWG, DFX Импорт: DXF, DWG	Экспорт: IDF Импорт: нет	Экспорт: DWG, DFX, IDF Импорт: DXF, DWG
	Обмен данными		
	DXF – информация о 2D-модели: габаритные размеры, расположение корпусов, отверстий и прочего.	IDF – информация о 3D-модели ПП: размещение компонентов. Высота компонентов сохраняется в зависимости от библиотек компонентов. Отверстия не переносятся (крепежные, монтажные). Форма компонентов только квадратная	– DXF – информация о 2D-модели: габаритные размеры, расположение корпусов, отверстий и пр. – IDF – информация о 3D-модели ПП: расположение и размер отверстий, размещение и форма компонентов

Проанализировав процесс взаимодействия МСАПР и САПР ПП, можно сделать вывод, что в результате обмена данными возникают трудности передачи информации об отверстиях, компонентах (наименования и корпуса) и проводниках.

В программе Altium Designer отверстия ПП экспортируются в формат DXF в виде блоков или примитивов. Переходные отверстия и пазы с отверстиями на отдельных слоях присутствуют, осуществляется поддержка разных версий программы AutoCAD, также существует возможность экспорта слоев по одному и стеками. Все это работает при экспорте трассировки платы без объектов заливки. При попытке экспортировать проект с заливкой в формат DXF происходит потеря информации по слоям. При открытии файла формата DXF в программном продукте КОМПАС-3D присутствует искажение информации при работе со слоями, отсутствует поддержка

многих библиотек, теряются данные об отдельных компонентах. Если 3D-модель была создана в Altium Designer, то можно экспортировать файл в форматах IGES или STEP в КОМПАС-3D. Файл формата STEP сохраняет больше информации о геометрии ПП, чем файл формата IGES. Во втором случае возможны неточности переноса информации о стыковке компонентов в сборке, смещение расположения отверстий, искажения формы компонентов.

В случае, когда принципиальная схема на плату уже разработана и известен состав компонентов, можно условно установить на плату 3D-модели компонентов. Для передачи данной информации в САПР ПП для выполнения трассировки и окончательной доработки ПУ лучше использовать конвертер КОМПАС-3D – IDF, предназначенный для передачи данных из КОМПАС-3D в специализированные САПР ПП. Кроме того, в КОМПАС-3D можно сразу определить места установки на плату различных механических деталей, задать крепежные отверстия и элементы. В результате импорта из КОМПАС-3D можно получить контуры платы, а также наблюдать места на ПП, которые нельзя использовать для установки компонентов и осуществления трассировки.

При исследовании экспорта файла из программы Altium Designer в программу SolidWorks файлы IDF содержат основную информацию о форме платы, положении и размере отверстий с металлизацией и отверстий без металлизации, а также о размещении и основной форме компонентов. Компоненты взаимосвязаны с платой, что исключает их форматирование и перемещение. Формат IDF не обеспечивает полное представление собранной печатной платы. Его назначением не является полное описание функций и электрических свойств собранной печатной платы. Потому формат IDF следует использовать в качестве механизма преобразования эскизов печатной платы из одной системы компоновки печатной платы в другую или в качестве механизма для координирования компоновки печатной платы с системами производства, сборки, тестирования и детального документирования. Также был исследован формат STEP, 3D-модель которого значительно отличается от модели формата IDF. Было выявлено, что файлы STEP передают информацию о геометрии тела, цветах тела, граней и кривой, а также информацию о топологии. Следовательно, формат STEP следует использовать для обмена точными данными, долговременного хранения и доступа, сертифицированной поставки данных, междисциплинарным обменом данных.

Интерфейс программного продукта Eagle на порядок слабее, чем системы Altium Designer. Система «Eagle» доступна, не требуют регулярных платежей и имеет бесплатные версии для любителей. При экспорте файла из Eagle в формате DXF в AutoCAD и КОМПАС-3D сохраняется полное представление о ПП. Информация переносится по средствам чертежных линий, что препятствует внесению изменений в проект при импорте его обратно в Eagle из программ AutoCAD и КОМПАС-3D.

В системе Eagle встроенного трехмерного модуля нет, зато Eagle поддерживает множество специальных пользовательских «скриптов», которые значительно расширяют функциональные возможности программы. Фирма CadSoft официально предлагает три способа трехмерной визуализации плат: Eagle'up, IDF-экспорт, IDF-to-3D. Eagle'up – специальный плагин для SketchUp, после импорта ПП все модели электронных компонентов нужно закрепить на ней вручную. Модели в формате STEP или IGES, скачанные с сайтов производителей, использовать не удастся, потому что SketchUp из распространенных форматов импортирует только 3DS, который не очень популярен для хранения образов электронных компонентов. Начиная с версии 7, в Eagle появилась возможность сохранить плату в формате IDF. При импорте файла в программе SolidWorks можно получить примитивную информацию о трехмерной модели ПП: не нарушается размещение компонентов, но высота компонентов сохраняется в зависимости от поддержки их библиотек, а форма компонентов представляется только квадратная, никакие крепежные, монтажные отверстия не переносятся. Чтобы плата стала реалистичной, необходимо нарисовать или загрузить модель каждого компонента и вручную расположить ее в нужном месте платы. При импорте файла формата IDF в программе КОМПАС-3D информация о расположении отверстий сохраняется. При

использовании приложения «Распознавание 3D-модели» удастся получить информацию о компонентах ПУ, если компоненты были загружены в библиотеки Eagle.

В результате данного исследования было проанализировано взаимодействие программных продуктов МСАПР и САПР ПП, выявлены основные проблемы, связанные с взаимодействием данных групп САПР. При автоматизированном проектировании ЭУ в различных САПР наибольшее количество проблем обнаруживается при обеспечении свойств технической интероперабельности, возникающих на синтаксическом уровне, который характеризуется способностью к обмену данными. В ходе дальнейших исследований планируется рассмотреть особенности взаимодействия других популярных программных продуктов САПР, проблемы, возникающие в процессе обмена данными с системами инженерного анализа, а также предложить способы их устранения [2, 3].

Литература

1. Батоврин В.К., Гуляев Ю.В., Олейников А.Я. Обеспечение интероперабельности – основная тенденция в развитии открытых систем // Информационные технологии и вычислительные системы. – 2009. – № 5. – С. 10–11.
2. ГОСТ Р 55062-2012. Системы промышленной автоматизации и их интеграция. Интероперабельность. – Введен 11.13.2012. – М.: Стандартинформ, 2012. – 8 с.
3. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – 448 с.



Ткешелашвили Нино Мерабиевна

Год рождения: 1992

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра вычислительной техники, аспирант

Направление подготовки: 09.06.01 – Информатика и вычислительная техника

e-mail: nmtkeshelashvili@corp.ifmo.ru



Клименков Сергей Викторович

Год рождения: 1972

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра вычислительной техники, ассистент

e-mail: Serge.Klimenkov@cs.ifmo.ru

УДК 004.89, 004.912

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТРУКТУРЫ ДАННЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ ТАБЛИЦ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕЗАУРУСОВ

Ткешелашвили Н.М., Клименков С.В.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Дергачев А.М.

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615869 «Методы проектирования ключевых систем информационной инфраструктуры».

В рамках исследования разработана система автоматического анализа электронных таблиц, одним из составляющих которой является семантический словарь. В работе представлены текущие результаты по созданию словаря и дальнейшие перспективы его развития для лучшего соответствия поставленным задачам.

Ключевые слова: электронные таблицы, распознавание структуры, семантический словарь, извлечение информации, онтология.

Введение. Электронные таблицы можно отнести к так называемым частично-структурированным данным, что значительно упрощает их автоматическую обработку по сравнению с текстовыми документами. Как правило, таблицы содержат некоторые объекты (описание товаров, услуг, расписания и т.п.), или в терминах реляционных баз данных (БД), отношения, отображающиеся в иерархической структуре полей, которую затем можно использовать, например, для построения или заполнения базы данных. Корректное извлечение информации из таблиц требует разработки специальных методов и алгоритмов, и универсального решения этой задачи на данный момент не существует.

Если рассматривать таблицу с точки зрения парадигмы «Модель – Представление», то моделью будет формальная структура объекта (отношения), описываемого таблицей, а представлением – множество макетов, отражающих одно и то же отношение [1]. В таком случае задачу можно сформулировать как восстановление модели таблицы по ее представлению. В общем случае подобная задача нерешаема, но если задуматься, каждый человек, пользуясь таблицами, выполняет данное преобразование. К примеру, увидев расписание поездов, мы заранее знаем, что все остановки между начальной и конечной включены в маршрут, время прибытия не может быть раньше времени отправления, а надпись «кроме сб и вс» означает, что ждать этот поезд в выходной день бесполезно. Человек держит в голове модель предметной области, включающую понятия и их взаимосвязи, и накладывает новую информацию на эту модель. Таким образом, таблицы, предназначенные для широкого круга читателей, обычно используют общеизвестные понятия и связи, в то время как таблицы специального назначения, например, таблицы математических или физических величин, требуют дополнительных пояснений для работы с ними.

В соответствии с таким подходом, можно утверждать, что онтология предметной области, т.е. входящие в эту область термины и их связи, может быть использована для построения модели таблицы, т.е. восстановления первоначальной структуры описываемого в ней объекта (отношения) и корректного извлечения информации.

Семантические словари. В качестве упрощенной онтологии предметной области будем использовать семантический словарь (тезаурус), т.е. словарь, основанный на понятиях, называемых также смыслами, и содержащий отношения этих понятий между собой, такие как отношения гипонимии/гиперонимии (общее-частное), меронимии/холонимии (часть-целое), синонимии и др. Использование существующих тезаурусов осложняется тем, что они не удовлетворяют требованию актуальности (WordNet), не поддерживают русский язык (WordNet), базируются не на смыслах (WordNet, Yarn) или не являются свободными (Yarn, RuThes, BabelNet). Одним из основных требований также является расширяемость, т.е. возможность автоматического пополнения словаря из сторонних источников [2]. Таким образом, была поставлена задача разработки обновляемого семантического словаря русского языка.

Текущие результаты. В качестве базового источника смыслов и лексем был выбран словарь Wiktionary, так как он является актуальным и постоянно обновляется, а также содержит морфологическую информацию и основные типы отношений. Написан модуль, с помощью которого выгружены вики-страницы, произведен автоматический парсинг и собран дамп объектов, на его основе построена онтология с использованием графовой базы данных Neo4j. Так как Wiktionary содержит несколько смыслов для одной лексемы и связи между лексемами, потребовалось создание дополнительных алгоритмов для восстановления связей смысл-смысл, а также алгоритмов, направленных на увеличение связности графа [3]. В дальнейшем планируется реализовать механизм пополнения словаря понятиями и

словоформами из сторонних источников, добавление новых типов связей (связи типа «атрибут») и узлов («матчеры») [2], необходимых для решения задачи распознавания структуры таблицы и извлечения из нее данных.

Литература

1. Полевой Д.В. Разработка моделей, методов и средств обработки табличных документов в информационных системах: дисс. ... канд. тех. наук. – М., 2007. – 130 с.
2. Ткешелашвили Н.М., Клименков С.В. Актуализация семантической сети продуктов на основании данных открытых торговых площадок // Альманах научных работ молодых ученых Университета ИТМО. – 2016. – Т. 5. – С. 97–99.
3. Письмак А.Е. Харитоновна А.Е., Цопа Е.А., Клименков С.В. Оценка семантической близости предложений на естественном языке методами математической статистики // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2016. – Т. 16. – № 2. – С. 324–330.



Устинова Алиса Игоревна

Год рождения: 1996

Университет ИТМО, факультет программной инженерии и компьютерной техники, кафедра графических технологий, группа № P4170

Направление подготовки: 09.04.02 – Информационные системы и технологии

e-mail: alisa_ustinova@mail.ru



Игнатов Павел Вячеславович

Санкт-Петербургский гуманитарный университет профсоюзов, к.иск.н., доцент

e-mail: soundline@fromru.com

УДК 004.94

ПРИМЕНЕНИЕ МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБЛАСТИ АКУСТИКИ

Устинова А.И. (Университет ИТМО), Игнатов П.В. (Санкт-Петербургский гуманитарный университет профсоюзов)

Научный руководитель – к.иск.н., доцент Игнатов П.В.
(Санкт-Петербургский гуманитарный университет профсоюзов)

В работе рассмотрены наиболее перспективные мультимедийные технологии, применяемые для решения задач современной акустики. Представлены программные комплексы, отвечающие за акустическое компьютерное моделирование, а также затронуты механизмы их работы.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, акустика, мультимедийные технологии, программные комплексы.

Акустика является сложной междисциплинарной наукой, использующей для решения своих проблем широкий круг дисциплин: математику, физику, психологию, архитектуру, электронику, биологию, медицину, теорию музыки и т.д., поэтому внедрение современных технологий не обошло ее стороной [1].

Проектирование концертных залов, театров, кинотеатров, лекционных аудиторий и т.д. – достаточно серьезный и сложный процесс, особенно, если целью ставится достижение

качественного звучания помещения. Стандартные методы расчета акустики помещений, используемые при работе «вручную», изначально основаны на простейшей физической модели, предполагающей равномерное размещение поглощающих и отражающих материалов в идеально-диффузном помещении. На практике помещение может иметь совершенно различные пропорции и абсолютно неравномерную отделку, поэтому результаты такого расчета могут значительно расходиться с реализованным вариантом, что приводит к тому, что помещение приходится дополнительно «настраивать» и вносить корректировки [2].

Развитие мультимедийных технологий сделало прорыв в данной области. Появились специальные программные комплексы, разработанные для инженеров, архитекторов и акустиков, позволяющие с помощью компьютерного моделирования воссоздать трехмерный проект помещения с учетом всех его особенностей. Также можно выбрать необходимые акустические материалы для отделки поверхностей, подобрать нужные источники и приемники звука и просчитать необходимые акустические параметры (время реверберации, уровень звукового давления, индекс разборчивости речи, ясность звучания и т.д.) для любой точки зала, получить диаграмму направленности звука (рис. 1, а) и наглядно увидеть ход прямых и отраженных звуковых лучей от всех желаемых поверхностей (рис. 1, б). Это позволяет контролировать ситуацию и, при выявлении неблагоприятных для прослушивания зон, оптимизировать положение зрительских мест, форму зала, направление и положение источников звука, а затем проверить эффективность внесенных поправок.

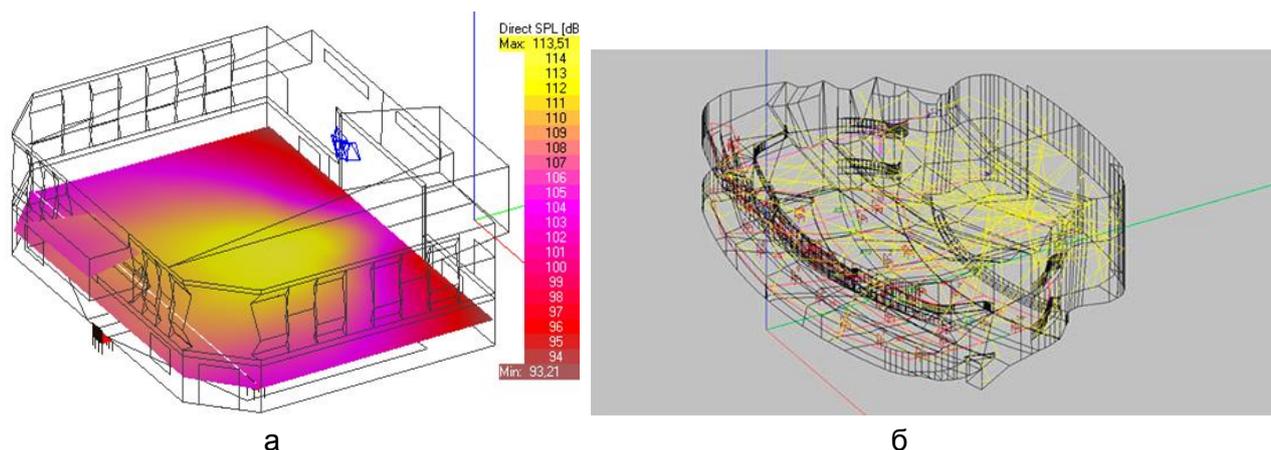


Рис. 1. Распределение уровня прямого звукового давления в зале, полученное в программе EASE (а); пример построения лучевых траекторий в киноконцертном зале «Апекс» (г. Воронеж) в программе EASE (б)

Но самым интересным в использовании методов компьютерного моделирования является то, что послушать звук в будущем помещении и оценить его субъективные характеристики можно еще до начала его строительства – благодаря аурализации (компьютерной технологии моделирования звука с учетом бинауральных свойств человеческого слуха).

Современные технологии позволяют проводить аурализацию в отложенном и реальном масштабе времени как для аудиофайлов неограниченной длины, так и для потокового аудио, используя подходящие аппаратные средства воспроизведения. Это дает возможность смешивать различные источники звука при аурализации, например, моделировать эффекты маскирования шумов, создавать различные шумовые сигналы в этих целях [3].

С развитием виртуальной реальности и технологии видео 360 аурализация нашла еще одно применение. Для полного воссоздания пространственного виртуального мира недостаточно только зрительной составляющей – необходим качественный бинауральный звук, который существенно отличается по своим характеристикам от обычного многоканального звука, так как учитывает бинауральные импульсные характеристики помещения BRIR (Binaural Room Impulse Response), благодаря чему звук в виртуальном

помещении становится практически не отличим от того звука, который пользователь мог бы услышать в аналогичном помещении в реальности (функции BRIR несут в себе всю необходимую информацию о положении и свойствах источника звука, свойствах помещения и свойствах приемника звука) [1].

Ведущими программными комплексами для акустического компьютерного моделирования являются продукты датской компании ODEON (комплекс носит аналогичное название) и немецкой – AFMG Technologies GmbH (комплекс называется EASE – Enhanced Acoustic Simulator for Engineers). Для моделирования используются методы геометрической (Ray Tracing и Mirror Image) и волновой акустики. Совместное использование данных подходов позволяет добиться более точных результатов, так как каждый из них в отдельности имеет свои ограничения в применении [4]. Данные программные комплексы активно используются не только при строительстве театральных и концертных площадок, но и для проектирования систем эвакуации, спортивных стадионов, учебных аудиторий, гостиничных и жилых комплексов.

Также стоит отметить, что большой популярностью среди звукорежиссеров и звукоинженеров пользуются программные комплексы SysTune (AFMG) и Smart (Rational acoustics). Они предназначены для измерения акустических параметров помещения в частотной и временной областях в реальном времени на шумовых и музыкальных сигналах. Данные программы полезны при настройке и калибровке электроакустического оборудования при подготовке к шоу и во время его проведения. На рис. 2 представлен рабочий интерфейс программы.



Рис. 2. Встроенный эквалайзер в программе SysTune (а); время реверберации и индекс передачи речи в программе SysTune (б)

Таким образом, в работе были рассмотрены основные программные комплексы и мультимедийные технологии, нашедшие применение для решения задач современной акустики. В дальнейшем планируется практическое использование некоторых из них.

Литература

1. Алдошина И.А., Приттс Р. Музыкальная акустика. – СПб.: Композитор, 2006. – 620 с.
2. Акустическое моделирование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://acoustic-group.com.ua/services/modeling>, своб.
3. Программное обеспечение компании AFMG [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://arhiton-spb.com/afmg.php>, своб.
4. Ahnert W., Feistel S., Schmitz O. Modern tools in acoustic design of concert halls and theatres – use and limitations of computer simulation and auralisation // XIII Session of the Russian Acoustical Society. – 2003. – P. 863–874.



Утегенова Наиля

Год рождения: 1994

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
группа № А4132

Направление подготовки: 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие
процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

e-mail: Nelya.U@ya.ru



Рахманов Юрий Алексеевич

Год рождения: 1941

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
к.т.н., доцент

e-mail: rahmanovua2010@gmail.com

УДК-62.66

**МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА В ЭНЕРГЕТИКЕ**

Утегенова Н., Рахманов Ю.А.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Рахманов Ю.А.

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615877 «Исследование и разработка финансовых, эколого-экономических и организационных методов и инструментов трансфера инновационных технологий в условиях устойчивого развития».

В работе рассмотрены технологии производства синтетического жидкого топлива из угля, а также возможность получения данного топлива из углей, обработанных низкотемпературной плазмой, методом плазменной газификации.

Ключевые слова: уголь, синтетическое жидкое топливо, синтез-газ, газификация, плазменная газификация.

В связи с дефицитом топливно-энергетических ресурсов, в том числе угля, возникает необходимость увеличения эффективности использования этого вида топлива и снижения выбросов в окружающую среду. Существующие технологии сжигания угля не отвечают современным требованиям, так как превышают допустимый уровень загрязнения атмосферы твердыми углеродными частицами, окислами азота. Кроме того, из-за неполного сгорания угольных частиц, существует опасность заражения почвы от выбросов золы и шлаков [1]. Ухудшение качества угля и повышение экологических требований стимулирует разработку новых технологий сжигания, газификации и комплексной переработки угля, в частности, применение низкотемпературной плазмы.

Общие запасы ископаемого угля на конец 2015 г. оцениваются в 384,8 млн т. Более половины этих запасов приходится на США – 237,3 млн т (26,6%), Россию – 157,0 млн т (17,6) и Китай – 114,5 млн т (12,8%) [2]. Из табл. 1 видно, что уже к 2030 г. прогнозируется более половины всех жидких энергоносителей получать из твердого углеводородного сырья. При этом необходимо учитывать, что соотношение запасов этого сырья и нефти в мировом масштабе находится примерно в пропорции 100:1, поэтому получать синтетическое жидкое топливо (СЖТ) нужно уже сегодня. Государства, обладающие существенными запасами ископаемого угля, горючих сланцев и торфа, а также своевременно освоившие промышленное производство СЖТ, станут энергетическими лидерами.

Таблица 1. Структура первичных мировых энергоресурсов в начале XXI века

Энергоресурс	Доля, %		
	2010 г.	2020 г.	2030 г.
Природный газ	18,0	16,9	16,5
Нефть	27,7	25,3	16,5
СЖТ	8,6	10,8	20,5
Уголь	18,0	15,6	15,5
Реакторы на тепловых нейтронах	15,6	13,2	7,2
Реакторы на быстрых нейтронах	4,8	3,5	3,3
Гидроэнергия	3,6	3,5	3,3
Возобновляемые ресурсы	3,7	4,8	5,0

Существует три основных способа повышения содержания водорода в ископаемых углях и горючих сланцах: пиролиз, гидрогенизация и газификация. Ниже более детально рассматривается последний способ.

Газификация – высокотемпературный процесс взаимодействия углерода топлива с окислителями, проводимый с целью получения горючих газов (H_2 , CO , CH_4). В качестве окислителей, которые иногда называют газифицирующими агентами, используют кислород (или обогащенный им воздух), водяной пар, диоксид углерода либо смеси указанных веществ. В процессе газификации могут быть получены газы разных составов и теплоты сгорания, пригодные для широкого использования в качестве топлива в промышленности и в быту, а также в качестве химического сырья для различных синтезов, в том числе и для получения жидких продуктов в синтезе Фишера–Тропша [1].

Освоенные в промышленном масштабе способы газификации твердого углеродного топлива охарактеризованы в табл. 2 [3].

Таблица 2. Способы газификации, освоенные в промышленном масштабе

Показатели	Процесс (способ)		
	Лурги	Коперс–Тотцек	Винклер
Рабочее давление, МПа	До 3	0,1	0,1
Преимущества процесса	Длительный срок эксплуатации	Отсутствие побочных продуктов, кроме шлака и серы; разнообразное сырье, легкая регулировка CO и H_2	К углю можно добавлять жидкие углеводороды, не образуются жидкие побочные продукты
Недостатки процесса	Требуется сортировка угля, наличие побочных продуктов	Низкое давление, высокая температура процесса газогенератора	Низкое давление, потребность в сушке угля, большой унос топлива
Расход на 1000 кДж угля: O_2 , nm^3 пара H_2O , кг	0,095–0,13 0,48–0,72	0,19–0,24 до 0,18	0,16–0,19 0,19–0,24
Выход газа, nm^3 /10000 кДж угля	0,74	0,66–0,72	0,66–0,73
КПД газификации	75–80	69–75	58,65

Для решения технических задач, предлагаемых для переработки твердого топлива, наиболее перспективные методы основаны на использовании энергии плазмы. Эффективность применения плазменной технологии для получения СЖТ достигается при высокой концентрации энергии, высокой температуре и химической активности плазмы [4].

Основные этапы предлагаемого способа получения СЖТ. Плазменная газификация угля предназначена для получения экологически чистого топлива – синтез-газа, свободного от оксидов серы и азота, и представляет собой совокупность следующих основных гомогенных и гетерогенных реакций:

1. $C+O_2=CO_2$;
2. $CO_2+C=2CO$;
3. $C+H_2O=CO+H_2$;
4. $C+2H_2=CH_4$.

Гидрирование окиси углерода в процессе Фишера–Тропша представляет собой комплекс сложных параллельных и последовательных реакций, включающих образование первичного адсорбированного комплекса, рост углеводородной цепи и ее обрыв. Протекание этих реакций приводит к образованию кислот, эфиров и т.д. Путем каталитической переработки синтез-газа на металлических, оксидных, цеолитных и металлокомплексных катализаторах можно получать и другие важнейшие продукты нефтехимического синтеза (олефины, парафины, спирты и др.). Состав конечных продуктов можно варьировать при изменении условий осуществления процесса: температуры, давления, состава смеси $CO+H_2$, времени контакта, технологического оформления процесса (газовая или жидкая фаза, стационарный или взвешенный слой катализатора).

По сравнению с традиционными технологиями газификации угля плазменная технология обладает следующими преимуществами:

1. высокая удельная производительность процесса;
2. отсутствие расхода твердого, жидкого и газообразного топлива;
3. возможность быстрого нагрева крупнозернистых частиц угля до высокой температуры в зоне газификации за счет теплоты сгорания мелкой фракции (автоаллотермический процесс);
4. простота технической реализации процесса;
5. возможность гибкого варьирования технологическими параметрами в широком диапазоне;
6. компактность оборудования и малые удельные энерго- и металлозатраты [5].

Литература

1. Печуро Н.С. Химия и технология синтетического жидкого топлива и газа. – М.: Химия, 1986. – 460 с.
2. Statistical Review of World Energy [Электронный ресурс]. – Режим доступа: bp.com/statisticalreview, своб.
3. Альтшулер В.С. Новые процессы газификации твердого топлива. – М.: Недра, 1976. – 340 с.
4. Буянтуев С.Л., Кондратенко А.С. К вопросу о возможности получения синтетического жидкого топлива из углей с помощью низкотемпературной плазмы // Вестник БГУ. – 2009. – № 3. – С. 141–146.
5. Жуков М.Ф., Калинин Р.А., Левицкий А.А., Полак Л.С. Плазмохимическая переработка угля. – М.: Наука, 1990. – 200 с.

**Хайдарова Резеда Раитовна**

Год рождения: 1991

Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем, аспирант

Направление подготовки: 09.06.01 – Информатика и вычислительная техника

e-mail: mignolowa@gmail.com

**Лапаев Максим Владимирович**

Год рождения: 1990

Факультет программной инженерии и компьютерной техники, кафедра информатики и прикладной математики, к.т.н.

e-mail: m.lapaev@corp.ifmo.ru

УДК 004.722, 64.066.2, 007.51, 004.052

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА БАЗЕ
ГЕТЕРОГЕННЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ****Хайдарова Р.Р., Лапаев М.В.****Научный руководитель – к.т.н., доцент Бондаренко И.Б.**

Работа посвящена обзору существующих технологий, их достоинств и недостатков, а также изложению позиции авторов в рамках исследования и дальнейшего совершенствования беспроводных телеметрических сетей и, в частности, сенсорных сетей с точки зрения повышения надежности передачи данных. Рассмотрены общие принципы организации беспроводных гетерогенных телеметрических сетей на базе технологий Bluetooth, Wi-Fi, GSM/GPRS, ZigBee, принципы построения сенсорных сетей, компании на российском рынке беспроводной телеметрии. Отдельное внимание уделено вопросам обеспечения надежности передачи данных: основные проблемы надежности и стабильности.

Ключевые слова: гетерогенные сети, телеметрические сети, сенсорные сети, ZigBee-сети в телеметрии, телеметрия с применением технологий Wi-Fi, Bluetooth, GPRS, надежность гетерогенных телеметрических сетей.

Введение. В настоящее время наблюдается устойчивая тенденция по внедрению новых информационных технологий в различные сферы деятельности. Значительный интерес к внедрению интеллектуальных систем проявляют конечные пользователи и поставщики ресурсов в сфере телеметрии жилищно-коммунального хозяйства, в сфере учета ресурсов, а также в сфере обеспечения безопасности объектов с применением электронных телеметрических устройств. Рынок телеметрических услуг развивается во всем мире, в частности, на территории Российской Федерации. Наиболее широкое распространение системы дистанционного учета и оптимизации расхода ресурсов получили в энергетическом секторе, где ставятся задачи не только биллинга, но и задачи контроля доступа к измерительным приборам, мониторинга нежелательных воздействий на приборы учета, построения профилей мощности с целью оптимизации тарифных планов, контроля качества поставляемой электроэнергии, а также задачи управления электроэнергией (управление освещением, лимитирование расхода электроэнергии, отключение электроэнергии за неуплату). При этом все еще остаются нерешенными некоторые вопросы обеспечения надежности передачи и сохранности телеметрических данных.

Применяемые технологии. В направлении организации беспроводных гетерогенных телеметрических сетей себя зарекомендовали такие технологии, как Wi-Fi, Bluetooth, GPRS и ZigBee (основные характеристики представлены в табл. 1). Основной особенностью технологии

ZigBee является низкое энергопотребление и поддержка как простых, так и сложных топологий. Ячеистая топология (mesh) обладает свойством самоорганизации и использует специальные алгоритмы маршрутизации, обеспечивающие самовосстановление и гарантированную доставку пакетов в случаях обрыва связи, перегрузки или отказа устройств. Данная технология все чаще применяется в промышленности и в системах автоматизации зданий [1]. Технология Wi-Fi отличается от прочих высокой скоростью передачи данных, применяется для создания локальных сетей в общественных местах, на предприятиях, в домах и в телеметрических системах. Технология Bluetooth по скорости передачи данных занимает промежуточное положение между ZigBee и Wi-Fi, является одной из популярных сетевых технологий ближнего радиуса действия. Наиболее часто Bluetooth применяется в мобильных устройствах, однако актуальным становится применение и в бытовых приборах. В промышленных системах технология Bluetooth постепенно замещает проводной интерфейс RS-232 на беспроводной [2]. В сети GSM/GPRS связь возможна на расстоянии не более 120 км от базовой станции при частотах 800/1800 МГц. Технология отличается невысокой скоростью передачи данных, но высоким энергопотреблением.

Таблица 1. Характеристики беспроводных технологий телеметрии

	ZigBee	Wi-Fi	Bluetooth	GSM/GPRS
Диапазон (м)	10–100	50–100	10–100	Во всей зоне покрытия
Топология сети	«точка-точка», пиринговая, «звезда», ячеистая	«точка-точка», «звезда»	«точка-точка», пиринговая	сотовая сеть
Рабочая частота (МГц)	2400	2400 и 5000	2400	800/1800
Скорость передачи данных (кбит/с)	250	11000/54000	721	14,4/171
Потребление тока (active мА/sleep мкА)	30/1	450	70/20	350/3500

На аппаратном уровне телеметрическая система включает в себя измерительные устройства, радиомодули получения данных с измерительных устройств и их передачи в телеметрическую сеть, а также шлюз. Шлюз является устройством, в состав которого входит как приемопередатчик беспроводной телеметрической сети, так и модуль взаимодействия с транспортной сетью (GSM/GPRS). Устройство осуществляет передачу данных из беспроводной сети в канал передачи данных на серверы автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ) (рисунок).



Рисунок. Типовая архитектура беспроводной телеметрической сети

Сеть ZigBee строится на базе трех основных устройств: координатор, оконечное устройство и маршрутизатор. Координатор выполняет основную роль в сети: формирует, запускает сеть, участвует в построении сети, управляет ею, выполняет функции маршрутизатора и доверительного центра (trust-центра) – устанавливает настройки безопасности, задает настройки в процессе присоединения устройств к сети, управляет ключами безопасности [3]. Координатор обеспечивает отправку собранных данных на сервер по транспортным каналам, где данные обрабатываются и хранятся для дальнейшего биллинга; также может обеспечиваться временное хранение в памяти шлюза. Существует множество подходов к организации обмена данными. Передача данных по сетям осуществляется по каналу GSM. Однако данный метод передачи является дорогостоящим: услуги передачи данных тарифицируются оператором. Для минимизации затрат необходимо пересылать как можно меньше метаданных, но это осуществимо только в отсутствие избыточных оберток в пакеты различных протоколов (так называемый прозрачный режим, при котором обмен осуществляется по «родным» протоколам измерительных устройств). Поддержка протоколов при этом реализуется на стороне сервера, что является существенным недостатком: при добавлении нового типа устройства требуется пересборка сервера и его перезапуск. Противоположным направлением оптимизации является генерализация протоколов. Но в данном случае увеличивается объем метаданных. Отдельное место в беспроводных телеметрических сетях занимают сенсорные сети. Беспроводные сенсорные сети на основе ZigBee применяются в «умных домах» в качестве элементов систем безопасности. В последнее десятилетие популярность приобретают датчики затопления, движения, освещения и пр. Особенность сенсорных сетей – способность датчиков уходить в «спящий» режим и снижать энергопотребление. В таких сетях устройства получают данные из эфира и вещают в эфир в моменты времени, «привязанные» к сигналам маяков [4]. В остальное время устройства «спят». Может «спать» и устройство, излучающее сигналы маяков (так называемое гомогенное распределение мощности между всеми сетевыми устройствами [5]).

Компании и проекты на российском рынке. Рынок телеметрии распространился и на территории Российской Федерации как в виде отдельных тестовых зон эксплуатации в рамках научных исследований, так и на промышленном уровне. В табл. 2 представлены основные компании, предоставляющие телеметрические услуги. Существуют и отдельные проекты-платформы: так разрабатывается платформа SemIoT с применением онтологического подхода к телеметрии и Интернету вещей [6].

Таблица 2. Компании на российском рынке телеметрии

Компании	Направления деятельности
ООО НПП «Тепловодохран»	Производство приборов учета и программного обеспечения для автоматизированного учета энергоресурсов, внедрение автоматизированных систем контроля и учета воды, газа, тепла, электроэнергии и систем диспетчерского контроля
АО «Ленэлектро»	Производство приборов для автоматизации сбора, хранения, обработки и анализа информации для технического и коммерческого учета электроэнергии в бытовом секторе
ООО «Teleposition Project»	Разработка телеметрических устройств получения данных с приборов учета, расходомеров, торговых автоматов, модификация приборов учета радиомодулями телеметрии, разработка устройств, протоколов, транспортного и конфигурационного программного обеспечения для реализации телеметрических услуг

Основные противоречия. Надежность передачи данных является неотъемлемой составляющей беспроводных гетерогенных сетей. Данные могут не передаваться в случае проблем со связью. Одна из основных проблем – обеспечение стабильности связи между устройствами и каналом передачи данных на объектах. На сегодняшний момент методы преодоления проблемы направлены на обеспечение доопроса устройств при отсутствии автоматически поступающих показаний, буферизацию при отсутствии сети и отправку данных при ее восстановлении, регулярный сбор. Однако при регулярном сборе в случае отправки данных всеми устройствами в одно и то же время растет нагрузка на сервер и на сеть; при доопросе показаний, инициированном со стороны АСКУЭ, растет нагрузка на сервер и на канал передачи данных; в случае буферизации при длительном отсутствии сети растет нагрузка на устройство, повышаются требования к объему внутренней памяти, что противоречит общему направлению на удешевление технологии.

Заключение и дальнейшие исследования. В ходе данной работы проведен анализ применяемых на сегодняшний момент технологий в организации телеметрических и сенсорных сетей, оценены достоинства и недостатки подходов к обеспечению надежности передачи данных, а также рассмотрены основные противоречия на пути к удешевлению телеметрических услуг. Итогом работы является позиционирование дальнейших исследований в сфере обеспечения надежности и оптимизации телеметрических систем с точки зрения гарантированности доставки, уменьшения объема данных, передаваемых по сетям; избран путь, направленный на комбинирование методов и технологий передачи, сжатия и резервирования.

Литература

1. Kurt S., Yildiz H.U., Yigit M., Tavli B. & Gungor V.C. Packet Size Optimization in Wireless Sensor Networks for Smart Grid Applications [Электронный ресурс]. – Режим доступа: file:///C:/Users/Lubov/Downloads/PSO_SG.pdf, своб.
2. Das B.B., Ram S.K. Localization using beacon in wireless sensor networks to detect faulty nodes and accuracy improvement through DV-Hop algorithm // Inventive Computation Technologies. – 2016. – V. 1. – P. 1–5.
3. Dobslaw F., Zhang T., Gidlund M. End-to-end reliability-aware scheduling for wireless sensor networks // IEEE Transactions on Industrial Informatics. – 2016. – V. 12. – № 2. – P. 758–767.
4. Варгазин В. Сетевая технология ZigBee // Мультимедиа. – 2005. – С. 29–32.
5. More A., Raisinghani V. A node failure and battery-aware coverage protocol for wireless sensor networks // Computers & Electrical Engineering. – 2017. – P. 1–20.
6. Kolchin M., Klimov N., Shilin I., Garayzuev D., Andreev A. Unequal Temperature Changes in City: A Case Study using a Semantic IoT Platform // Proceedings of the 18th Conference of Open Innovations Association FRUCT. – 2016. – P. 113–119.



Чивилихин Сергей Анатольевич

Год рождения: 1947

Факультет фотоники и оптоинформатики, кафедра фотоники
и оптоинформатики, к.ф.-м.н., ст.н.с.

e-mail: sergey.chivilikhin@gmail.com

**Манухин Борис Глебович**

Год рождения: 1990

Факультет фотоники и оптоинформатики, кафедра фотоники и оптоинформатики, аспирант

Направление подготовки: 03.06.01 – Физика и астрономия

e-mail: Manukhin.ifmo@gmail.com

**Андреева Ольга Владимировна**

Год рождения: 1944

Факультет фотоники и оптоинформатики, кафедра фотоники и оптоинформатики, к.ф.-м.н., ст.н.с.

e-mail: olga_andreeva@mail.ru

**Материкина Дарья Владимировна**

Год рождения: 1994

Факультет фотоники и оптоинформатики, кафедра фотоники и оптоинформатики, группа № V4200

Направление подготовки: 12.04.03 – Фотоника и оптоинформатика

e-mail: Materikina.d@gmail.com

УДК 517

**РАСЧЕТ ЛАЗЕРНОГО НАГРЕВА ПОЛИМЕРНОЙ РЕГИСТРИРУЮЩЕЙ СРЕДЫ
С ФЕНАНТРЕНХИНОНОМ****Чивилихин С.А., Манухин Б.Г., Андреева О.В., Материкина Д.В.**

В работе рассмотрен процесс нагрева и просветления полимерной регистрирующей среды для голографии с фенантренхиноном. Описана математическая модель на основе уравнения теплопроводности, уравнения переноса излучения в поглощающей среде и уравнения кинетики фотохимической реакции. Продемонстрированы результаты моделирования данных процессов в программе, написанной на языке C++, а также проведено их сравнение с экспериментальными данными.

Ключевые слова: математическое моделирование, термодинамика, голография, фенантренхинон.

При записи голограмм фотохимический процесс преобразования фенантренхинона (ФХ) в фотопродукт (ФП) сопровождается нагревом регистрирующей среды, который приводит к изменению среднего показателя преломления и геометрической толщины среды. Термический коэффициент линейного расширения полимера (полиметилметакрилат) составляет величину порядка $5 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ [1], что может привести к тому, что пространственная структура зарегистрированной голограммы будет отличаться от структуры регистрируемого интерференционного поля. Учет таких деформаций и оптимизация условий записи для снижения тепловых эффектов особенно важны при получении голограмм, предназначенных для создания высокоселективных элементов с заданными параметрами, которые требуется обеспечивать с высокой точностью. Особенно это важно при использовании для записи голограмм современных источников излучения большой мощности. Таким образом, актуальной задачей является моделирование термодинамических эффектов в такой среде при ее освещении актиничным источником излучения.

В данной работе был описан процесс нагрева полимерной регистрирующей среды на основе классического уравнения теплопроводности [2]:

$$c\rho \frac{\partial T}{\partial t} = \lambda \left(\frac{\partial^2 T}{\partial z^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T}{\partial r} \right) + Q, \tag{1}$$

где c – удельная теплоемкость; ρ – плотность; λ – коэффициент теплопроводности; r – координата, перпендикулярная лазерному лучу; z – координата, параллельная лазерному лучу; Q – плотность мощности, выделяемая источником излучения.

Распределение интенсивности луча лазера было описано выражением:

$$I(r) = I_0 \exp(-\alpha r^2), \tag{2}$$

где I_0 – максимальная интенсивность лазера; $\alpha = \frac{1}{R^2}$, R – характерный радиус пучка.

Под действием излучения происходит распад, поглощающий центров – молекул фенантренхинона. Для описания этого процесса введем $F = \frac{C}{C_0}$, относительную концентрацию, где C и C_0 – текущая концентрация фенантренхинона и ее начальное значение соответственно. Изменение этой величины будем описывать уравнением:

$$\frac{\partial F(r,z)}{\partial t} = -bI(r,z)F(r,z), \tag{3}$$

где b – константа скорости реакции.

Тогда распределение интенсивности излучения в регистрирующей среде описывается уравнением:

$$\frac{\partial I}{\partial z} = -((k_1 + (k_0 - k_1)F(r,z))I(r,z)), \tag{4}$$

где k_0 и k_1 – коэффициенты пропускания при начальной и конечной концентрации фенантренхинона.

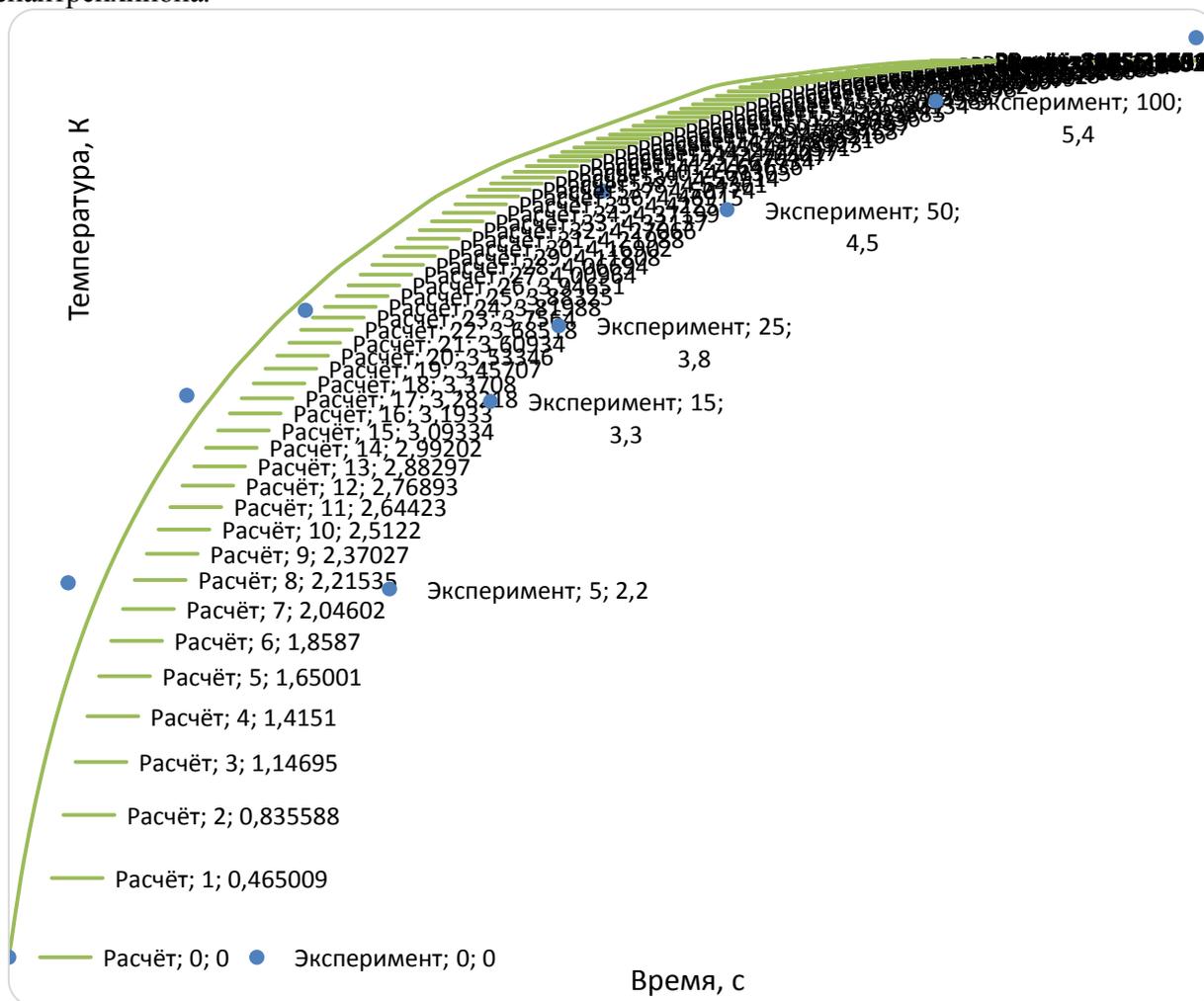


Рисунок. Зависимость изменения температуры образца, ΔT , от времени его экспонирования: сплошной линией обозначены результаты моделирования, точками – экспериментальные данные

На основе этой математической модели была написана программа на языке программирования C++. Также вычисления были перенесены на графический ускоритель с помощью средств OpenCL.

На графике (рисунок) представлены результаты моделирования эксперимента по экспонированию образцов полимерной среды с ФХ [3] толщиной 2,6 мм излучением лазера с длиной волны 473 нм мощностью 20 мВт. Плотность мощности составляла 1592 мВт/м^2 , квантовый выход фотохимической реакции – 50% [4]. Для проведения экспериментов использован стенд цифровой голографической интерферометрии [5, 6] для исследования изменений оптической толщины образца, обусловленной воздействием излучения. Изменение температуры образца контролировалось тепловизором с точностью $\pm 0,5 \text{ К}$. На рисунке приведена зависимость изменения температуры от времени воздействия излучения, полученная экспериментально и рассчитанная по математической модели.

Как видно из приведенных данных, результаты расчета совпали с экспериментальными результатами в пределах погрешности экспериментальных данных.

Литература

1. Weber M.J. (Ed). Handbook of Optical Materials. – CRC Press LLC, 2003. – 499 p.
2. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://alexandr4784.narod.ru/ts/ts_gl3_1.pdf, своб.
3. Andreeva O.V., Bandyuk O.V., Paramonov A.A., Cherkasov A.S., Gavriilyuk E.R., Andreev P.V. Transmissive volume holograms in a polymeric medium with phenanthroquinone // Journal of Optical Technology. – 2000. – V. 67(12). – P. 1043–1048.
4. Андреева О.В., Бандюк О.В., Парамонов А.А., Черкасов А.С., Гаврилюк Е.Р., Андреев П.В. Объемные пропускающие голограммы в полимерной среде с фенантренхином // Оптический журнал. – 2000. – Т. 67. – № 12. – С. 27–33.
5. Бандюк О.В., Шелехов Н.С., Попов А.П., Данилова М.Я. Твердофазное восстановление фенантренхинона в полимерной матрице // Журнал прикладной химии. – 1988. – Т. 61. – № 4. – С. 946–948.
6. Манухин Б.Г., Гусев М.Е., Кучер Д.А., Чивилихин С.А., Андреева О.В. Оптическая диагностика процесса свободной конвекции жидкости // Опт. и спек. – 2015. – Т. 119. – № 3. – С. 418–423.



Шевяков Александр Дмитриевич

Год рождения: 1997

Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем, группа № Р3256

Направление подготовки: 10.03.01 – Информационная безопасность
e-mail: ashevyakov@niuitmo.ru



Агеева Татьяна Александровна

Год рождения: 1995

Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем, группа № Р3460

Направление подготовки: 11.03.03 – Конструирование и технология электронных средств
e-mail: hwang.tae.kyung1@gmail.com



Ткачева Екатерина Владимировна

Год рождения: 1994

Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем, группа № Р3460

Направление подготовки: 11.03.03 – Конструирование и технология электронных средств

e-mail: tkacheva94@gmail.com

УДК 681.786.2, 004.45, 004.9

**АНАЛИЗ ФОРМАТОВ ОБМЕНА ДАННЫМИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ
ДЛЯ ТРЕХМЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ И ПРОТОТИПИРОВАНИЯ
ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ**

Шевяков А.Д., Агеева Т.А., Ткачева Е.В.

Научный руководитель – к.т.н. Кузнецова О.В.

В работе рассмотрен обмен данными в процессе цикла изготовления отдельных элементов электронных устройств на разных этапах проектирования, проведен сравнительный анализ особенностей программных продуктов для моделирования компонентов, выявлены достоинства и недостатки, приведено сравнение программных продуктов в процессе перехода от этапа моделирования к процессу изготовления прототипа, описаны проблемы, вызванные данным переходом.

Ключевые слова: 3D-моделирование, 3D-модель, 3D-сканирование, форматы данных, обмен данными, прототипирование, электронные устройства.

Трехмерное (3D) моделирование – это процесс создания виртуальных объемных моделей любых объектов, позволяющий максимально точно представить форму, размер, текстуру объекта, оценить внешний вид и эргономику изделия. 3D-сканирование – это процесс получения математической модели поверхности объекта с определенной точностью. 3D-моделирование является актуальным в процессе проектирования устройства, так как позволяет разрабатывать модель реального устройства, а не только проекции. Технологии 3D-сканирования часто используются в производстве для оценки качества изготовленных компонентов устройства.

На разных этапах изготовления 3D-модели устройства используются соответствующие программные продукты. Обмен между программами осуществляется с помощью разных форматов данных. Прототипирование как технология состоит из нескольких этапов и начинается с создания математической модели изделия, а заканчивается процессом создания готовой модели с использованием одной из возможных методик, в частности, с использованием аддитивных технологий и станков с числовым программным управлением. На первой стадии моделирования формат обмена данными определяется используемым программным обеспечением (ПО) для моделирования. В качестве наиболее популярных систем автоматизированного проектирования (САПР) можно привести, например, Autodesk AutoCAD, 3ds Max, Inventor, SolidWorks, Компас-3D, NanoCAD. Каждый из производителей САПР имеет свой закрытый формат для обмена данными, как по соображениям корпоративных особенностей, так и в зависимости от типа САПР [1]. В табл. 1 приведено сравнение форматов обмена данными, используемых в процессе создания 3D-модели устройства.

Сравнивая данные форматы с учетом их применения в различных САПР, можно сделать вывод, что не существует универсального формата обмена данными, который позволяет разрабатывать одну модель устройства в нескольких САПР. Выбор формата

обмена данными основывается на используемом программном продукте разработчиком 3D-модели [2].

Таблица 1. Сравнение форматов обмена данными в процессе создания 3D-модели

САПР/ Производитель	Формат	Спецификация	Содержимое	Представление модели
Autocad /Autodesk	.dwg бинарный	Открытая, доступна на сайте Autodesk	2D, 3D проектные данные, метаданные	Полигональное, твердотельное, NURBS
3ds Max /Autodesk	.max, бинарный	Закрытая	3D-модели, метаданные	Твердые тела, кривые NURBS
Inventor /Autodesk	детали .ipt, узлы .iam, бинарные	Закрытая	3D, метаданные	Полигональное, твердотельное, NURBS, материалы
SolidWorks / Dassault Systeme	.sld* бинарный	Закрытая, проприетарная	2D, 3D, метаданные	Полигональное, твердотельное, NURBS, текстуры, материалы
SketchUP / Google	.skp, бинарный	Закрытая	3D, метаданные	Полигональное, текстуры, материалы
Компас / Аскон	.m3d, бинарный	Закрытая	3D-модель	Полигональное, твердотельное, NURBS

После создания модели необходима ее подготовка к изготовлению прототипа. Для совместимости форматов обмена данными ПО, связанное с подготовкой файла для отправки на конкретное оборудование, поддерживает только универсальные форматы обмена данными. Для подготовки модели для 3D-печати, изготовления деталей на фрезерных станках используются следующие входные форматы: .step, .stl, .xyz. При сохранении моделей из программ для моделирования в данные форматы происходит неизбежная потеря данных, так как сохраняется только внешний облик модели, без метаданных, без текстур и материалов, так как это не является необходимым при производстве. В табл. 2 приведено сравнение универсальных форматов обмена данными, которые используются для передачи на изготовление.

После импорта данных файлов в ПО, предназначенное для подготовки модели к изготовлению прототипа, происходит экспорт файлов для загрузки в оборудование [3]. В зависимости от типа оборудования сохраняются разные форматы. Большинство производителей используют открытые форматы, такие как .gcode, .tap. В случае изготовления на 3D-принтере трехмерная модель проходит нарезку на слои для печати с определенными настройками. Для фрезеровки задается движение рабочего инструмента по объекту, из которого изготавливается прототип. Данные форматы файлов сравнивать можно, но с некоторыми оговорками, так как каждый формат предназначен для конкретного оборудования.

Таблица 2. Сравнение форматов обмена данными при подготовке к изготовлению

Формат	Наименование / Разработчик / Стандарт	ПО для просмотра	Формат хранимых данных	Примечания
.stl	StereoLithography / 3D Systems / SLA Interface Specification	Большинство САПР, такие как SolidWorks, Inventor, AutoCAD, NX	Поверхности в виде треугольников с нормальями	Один из самых распространенных для 3D-печати
.step	– / ISO / ISO 10303	САПР с поддержкой жизненного цикла – в полном объеме, такие как Solidworks, Fusion 360	Поверхности в виде кривых NURBS. Полный жизненный цикл детали	Основной формат передачи данных между САПР
.obj	Wavefront Object	Большинство САПР, такие как SolidWorks, Inventor, AutoCAD, NX	Полигональный, с поддержкой текстур и материалов	Один из самых распространенных для обмена трехмерными данными
.xyz	OptionXYZ	MeshLAB, Autodesk 360	Полигональный	

Все форматы построены по одному и тому же принципу, но с небольшими различиями. Базовым стандартом в данной области является G-code. Комитет ISO утвердил G-код как стандарт ISO 6983-1:2009, Госкомитет по стандартам СССР – как ГОСТ 20999-83. В настоящее время большинство устройств для производства деталей (токарные станки, фрезеры, 3D-принтеры) используют вариации данного формата. Он является универсальным, позволяет переносить изготовление на различные устройства одного типа. Данный формат подходит только для изготовления деталей, а не для обмена данными между программами моделирования, так как в нем настраивается множество параметров рабочего инструмента.

В случае 3D-сканирования используют форматы, поддерживающие сохранение объекта в виде облака точек. 3D-сканер при сканировании реальных объектов не опирается на сведения об их структуре и форме. Он работает по принципу максимально подробного повторения того, что «видит». Результат сканирования – это дискретное представление сканируемого объекта – большой набор 3D-точек, лежащих на его поверхности, соединенных в треугольники [4]. Исходя из этого, результатом сканирования могут стать только объекты в форматах, поддерживающих полигональные или треугольные модели. Самым популярным и используемым форматом является .stl, который позволяет

представить объект в виде треугольников. После получения 3D-модели объекта посредством технологии 3D-сканирования существует возможность изготовить его без особых усилий, так как stl-файл содержит достаточное количество данных для изготовления. Передать отсканированный объект в программу для моделирования достаточно сложно, необходимо учитывать погрешности изготовленного устройства, погрешности измерений, а также тот момент, что после сканирования модель представлена в виде поверхности, составленной из облака точек, а не в виде определенной структуры и базовых элементов. Сравнивая размеры файлов детали, полученных методом 3D-моделирования и с применением технологии 3D-сканирования можно точно говорить, что объем файла после сканирования в несколько раз больше файла после моделирования, так как файлы систем моделирования хранят в себе сведения об объектах модели, а после сканирования – точки на поверхности объекта.

Начиная от процесса моделирования и заканчивая изготовлением прототипа, модель проходит через несколько различных форматов. После прохождения этапа в каждой программе теряется часть информации о структуре и содержимом модели, остается только поверхность, которую нужно изготовить. С приближением к производству к информации детали добавляется все больше сведений об оборудовании. Модель проходит этапы от эскиза к командам, которые необходимо отправить на оборудование для ее изготовления.

В результате исследования выявлено, что для 3D-сканирования и прототипирования электронных устройств наиболее популярным и простым форматом для обмена данными является формат .stl, если нет необходимости изменять структуру объекта. В случае необходимости редактирования объекта, разработчики самостоятельно определяют используемый формат, который наиболее популярен в предпочтительной для них среде проектирования.

Как правило, при моделировании инженеры пользуются для обмена данными теми форматами, которые наиболее полно обрабатываются в используемых ими САПР, так как на данном этапе не существует общепризнанных стандартов моделирования, метаданных и представления объекта. С приближением к производству форматы обмена данными все больше имеют четкие стандарты и универсальность в использовании.

Литература

1. Малюх В.Н. Введение в современные САПР. Курс лекций. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 192 с.
2. Валетов В.А., Помпеев К.П. Технология приборостроения. Учебное пособие. – СПб.: НИУ ИТМО, 2013. – 234 с.
3. Головицына М.В. Автоматизированное проектирование промышленных изделий: курс. – СПб.: ИНТУИТ, 2011. – 340 с.
4. Лысыч М.Н., Шабанов М.Л., Жадобкина В.В. Современные системы 3D сканирования // Молодой ученый. – 2014. – № 20. – С. 167–171.



Шереметьев Владислав Олегович

Год рождения: 1993

Факультет систем управления и робототехники, кафедра высшей математики, инженер

e-mail: vlad.sheremetiev@gmail.com



Трифанов Александр Игоревич

Год рождения: 1985

Факультет систем управления и робототехники, кафедра высшей математики, к.ф.-м.н., доцент

e-mail: alextrifanov@gmail.com

УДК 535.14

НЕРАВЕНСТВО БЕЛЛА И ДВУХФОТОННАЯ ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ В ЧАСТОТНОЙ ОБЛАСТИ

Шереметьев В.О., Трифанов А.И.

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент Трифанов А.И.

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615891 «Моделирование свойств наносистем» и поддержана грантом Президента Российской Федерации МК-5161.2016.1.

Одной из наиболее практически значимых приложений процесса спонтанного параметрического рассеяния является генерация перепутанных по частоте фотонов. Для управления этими фотонами в волноводах могут быть использованы электрооптические модуляторы. Особенность настоящей работы состояла в алгебраическом подходе к электрооптической модуляции света. Совместные вероятности детектировать фотоны в определенных частотных областях использованы для формулировки оптимизационной задачи. Основной **целью работы** являлось нарушение СН74 неравенства Белла для случая двух частиц.

Ключевые слова: квантовая оптика, электрооптическая модуляция света, квантовая запутанность, неравенство Белла, двухфотонная интерференция.

Теорема Белла – один из наиболее интересных и фундаментальных результатов в квантовой физике [1, 2]. Для ее формулировки и для перехода непосредственно к неравенствам Белла вводится математический формализм [3] следующим образом.

Для любого эксперимента, содержащего несколько компонент (например, части схемы со стороны Алисы и со стороны Боба) можно ввести набор p условных вероятностей (корреляций) $p(ab|xy)$, означающих, что при выборе параметров установки a с одной стороны и b с другой на выходе получаем результаты x и y . Тогда можно рассмотреть три множества таких p .

Первое множество представляет собой множество «несигнальных» корреляций, обозначаемое NS . Корреляции в этом множестве подчиняются следующим ограничениям:

$$\sum_b p(ab|xy) = \sum_b p(ab|xy'). \quad (1)$$

Это означает, что один из участников эксперимента не может передать информацию другому с помощью выбора параметров установки.

Второе множество обозначается L и имеет физический смысл локального поведения. Это значит, что любую корреляцию можно записать через некую скрытую переменную системы λ , отвечающую за локальные корреляции между подсистемами, с распределением $q(\lambda)$ как

$$p(ab|xy) = \int_{\Lambda} d\lambda q(\lambda) p(a|x, \lambda) p(b|y, \lambda). \quad (2)$$

Третьим множеством является множество квантовых корреляций Q . Для этого множества возможно выражения корреляций следующим образом:

$$p(ab | xy) = \text{tr}(\rho_{AB} M_{a|x} \otimes M_{b|y}), \quad (3)$$

где ρ_{AB} – матрица плотности исходного состояния; $M_{a|x}$ и $M_{b|y}$ – операторы измерения.

Границы множества L представляют собой прямые в пространстве определенной размерности. Эти прямые и называются равенствами Белла. Соответственно, при нарушении равенства говорят о неравенствах Белла.

Соотношение между описанными выше множествами представлено на рис. 1.

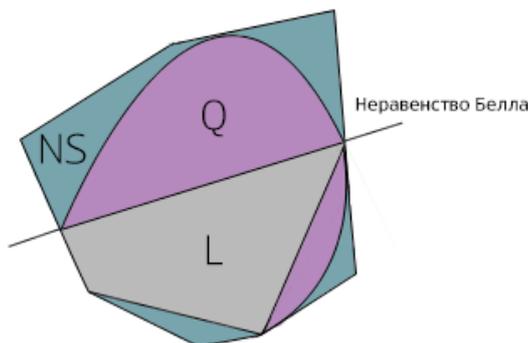


Рис. 1. Схематичное представление корреляционных множеств

В настоящем работе проведено исследование нарушения неравенства СН74, в общем виде выражающегося как

$$C(a,b) + C(a,b') + C(a',b) - C(a',b') \leq 2, \quad (4)$$

где $C(a,b)$ – некая корреляционная функция; a и b – различные наборы параметров установок.

В настоящей работе корреляционные функции выглядят следующим образом:

$$C(a,b) = \sum_n D_{n0}^s(\alpha, a, \alpha) D_{-n0}^s(\beta, b, \beta) = c_{00}(a, \alpha, b, \beta), \quad (6)$$

где $D_{mn}^s(\alpha, \beta, \gamma)$ – D -функции Вигнера, ее аргументы – параметры электрооптического модулятора (ЭОМ).

Схема, используемая в задаче, представлена на рис. 2 [4]. В результате процесса спонтанного параметрического рассеяния (происходящем при накачке кристалла) генерируются пары перепутанных по частоте фотонов. Один фотон направляется по каналу Алисы, второй – по каналу Боба. В каждом канале располагаются ЭОМ, параметры (по два на каждом ЭОМ) которых Алиса и Боб могут выставлять независимо друг от друга. Далее в каждом канале располагаются фильтр и детектор.

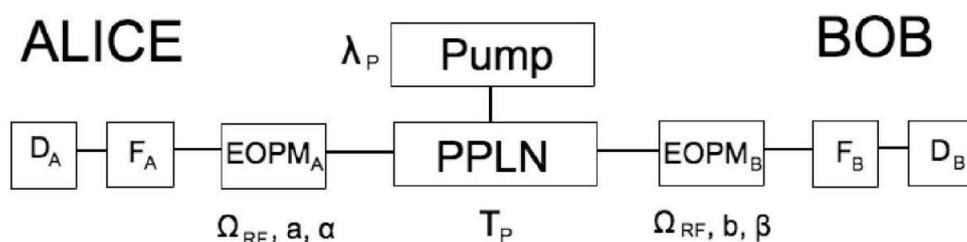


Рис. 2. Оптическая схема, используемая в задаче

В работе сформулирована оптимизационная задача с восемью параметрами

$$S = |c_{00}(a_0, \alpha_0, b_0, \beta_0)|^2 + |c_{00}(a_0, \alpha_0, b_1, \beta_1)|^2 + |c_{00}(a_1, \alpha_1, b_0, \beta_0)|^2 - |c_{00}(a_1, \alpha_1, b_1, \beta_1)|^2. \quad (7)$$

Для нее получено численное решение и аналитическое решение в частном случае. Результат численного моделирования соответствует теоретической границе (наибольшее значение функционала 2,38). В дальнейшем планируется расширить область исследования на многочастичный случай.

Литература

1. Miroshnichenko G.P., Kiselev A.D., Trifanov A.I., Gleim A.V. Algebraic approach to electro-optic modulation of light: exactly solvable multimode quantum model [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://arxiv.org/pdf/1605.05770.pdf>, своб.
2. Sheremetuev V., Trifanov A. Spectral correlations of phase modulated entangled photons // J. Phys.: Conf. Ser. – 2015. – V. 643. – P. 012120.
3. Brunner N., Cavalcanti D., Pironio S., Scarani V. Bell nonlocality [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://arxiv.org/pdf/1303.2849.pdf>, своб.
4. Olislager L., Mbodji I., Woodhead E., Cussey J., Furfaro L., Emplit P., Massar S., Phan Huy K., Merolla J-M. Propagation and survival of frequency-bin entangled photons in metallic nanostructures // New J. Phys. – 2012. – V. 14. – P. 043015.



Шишлянников Денис Валерьевич

Год рождения: 1993

Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем, группа № P4260

Направление подготовки: 11.04.03 – Конструирование и технология электронных средств

e-mail: Kollours999@mail.ru

УДК 62.974

МОРОЗОУСТОЙЧИВОСТЬ МИКРОСХЕМЫ ADNS-9500

Шишлянников Д.В., Романова Е.Б.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Романова Е.Б.

Работа выполнена в рамках темы НИР «Разработка задающих и исполняющих манипуляционных систем, в том числе для функционального усиления».

В работе рассмотрены причины отказа микросхемы ADNS-9500 при температуре -55°C , определены возможности принятия специальных мер для исключения отказов микросхем без предварительной отбраковки и способы повышения морозоустойчивости микросхемы.

Ключевые слова: морозоустойчивость, лазер, микросхема, обогрев, фотоэлектроника, электроника.

В ходе работ по освоению серийного производства военного манипулятора была выявлена проблема с функционированием микросхем ADNS-9500 при пониженных температурах. При температуре изделия ниже -30°C наблюдались регулярные отказы, выражающиеся в отсутствии перемещения по одной или обеим осям. При последующем повышении температуры работоспособность восстанавливалась в 100% случаев [1]. При этом дефект мог быть устранен заменой микросхемы ADNS-9500.

Для проведения отбраковки микросхем был изготовлен и введен в эксплуатацию стенд проверки на 6 микросхем одновременно. На нем было протестировано почти 600 микросхем, из которых годных оказалось около 30%.

С августа 2016 года проводились исследования микросхемы ADNS-9500 с целью:

- определения причины выхода микросхем из строя при пониженной температуре;
- определения возможности принятия специальных мер для исключения отказов микросхем без предварительной отбраковки;
- определение информативности выбранной методики отбраковки и вероятности отказа «годных» микросхем.

В качестве версий причин выхода из строя в процессе исследований были рассмотрены следующие:

1. отказ фоточувствительной матрицы микросхемы, либо цифрового сигнального процессора (DSP);
2. отказ излучающего элемента – лазера;
3. изменение геометрии оптической схемы в результате термической деформации;
4. помутнение (кристаллизация) материала линзы при низких температурах;
5. отказ какого-либо из вспомогательных элементов микросхемы.

Для получения результатов о причинах отказа микросхем был проведен ряд экспериментов.

Наблюдение с помощью изображения камеры при понижении температуры. Было разработано специализированное программное обеспечение для получения информации о работе микросхемы, которое выводило изображение с камеры микросхемы в реальном времени. При понижении температуры наблюдалось снижение яркости картинки вплоть до полного ее пропадания, чему соответствует отказ микросхемы.

Наблюдение с помощью камеры мобильного телефона. Прямое наблюдение лазерного луча с помощью камеры мобильного телефона. При понижении температуры визуально наблюдалось снижение яркости луча, вплоть до полного его пропадания.

Внешняя засветка. При пониженной температуре (микросхема в состоянии отказа) была проведена внешняя засветка рабочей зоны с помощью лазерной указки, при этой на картинке наблюдалось пятно внешней засветки, одновременно с восстановлением работоспособности микросхемы.

На основании совокупности экспериментальных данных был сделан вывод о выходе из строя лазерного излучателя при пониженной температуре.

В ходе работы были испробованы методы восстановления работоспособности микросхемы путем обогрева излучателя [2]. Внешний обогрев микросхемы – нагрев – производился с помощью двух резисторов, которые были приклеены с помощью двухкомпонентного клея на сторону без выводов, и внутренний обогрев микросхемы – резисторы были приклеены с помощью суперклея в защитный кожух микросхемы рядом с отверстием лазера. Затем резисторы были покрыты лаком. Около 50% микросхем восстанавливали работоспособность при нагреве резистора током от 7 до 20 мА. Метод обогрева по причинам низкой эффективности обогрева, неоднозначности результатов, нетехнологичности процесса монтажа резисторов обогрева был признан неэффективным.

Микросхема ADNS-9500 имеет встроенную схему управления током излучателя с обратной связью, поэтому дальнейшие мероприятия предполагают выполнение экспериментов по восстановлению работоспособности микросхемы методом повышения тока через излучатель.

В ходе работ были достигнуты следующие результаты: выявлена причина выхода микросхем из строя, выбран метод обеспечения работоспособности микросхем.

Литература

1. Пихтин А.Н. Квантовая и оптическая электроника: учебник для вузов. – М.: Абрис, 2012. – 655 с.
2. Юрген А., Айхлер Г.И., Казанцева Л.Н. Лазеры. Исполнение, управление, применение / Пер. с нем. – М.: Техносила, 2012. – 495 с.



Шорохов Сергей Александрович

Год рождения: 1989

Факультет систем управления и робототехники, кафедра технологий приборостроения, группа № Р4275

Направление подготовки: 09.04.01 – Информатика и вычислительная техника

e-mail: stratumxspb@gmail.com

УДК 004.102.59

**МОДУЛЬ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ КАК ЧАСТЬ ХОЛОНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ОБОРУДОВАНИЕМ**

Шорохов С.А.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Афанасьев М.Я.

Работа выполнена в рамках темы НИР «Исследование и разработка алгоритмов машинного зрения, используемых при проектировании технологического оборудования».

В работе приведено описание системы управления компонентом машинного зрения на основе холонического подхода, теоретическое описание термина холона и его системное поведение. Описана общая структура установки на основе холонического объединения, рассмотрен состав интеллектуального блока оборудования и способы коммуникации его компонентов друг с другом.

Ключевые слова: машинное зрение, система управления, холон, оборудование.

Проектирование систем числового программного управления для промышленного оборудования является сложной задачей, особенно при создании универсального или модульного технологического оснащения [1]. Используемые в промышленности системы предъявляют требования к масштабируемости, открытости архитектуры, модульности, способности к внедрению новых компонентов «на лету» и равнозначности компонентов независимо от их структуры и назначения, и многоагентная архитектура позволяет удовлетворить эти требования. Предлагаемый подход реализован в системе управления универсальной модульной платформы технологического оборудования.

В настоящее время агентные технологии начали применяться во многих областях производства: от управления производственными цепочками поставок, планированием производства и производственными единицами до кооперации в виртуальных предприятиях. Но наибольшее внимание уделено разработкам архитектур систем управления. В общем случае такая архитектура управления представляет собой структуру агентов, которые решают определенные поставленные задачи и (или) предоставляют ресурсы. Агенты обычно автономны, т.е., независимы от состояний других агентов и не используют глобальные данные сети, но при этом они позволяют строить простые и отказоустойчивые системы. Производительность такой системы сильно зависит от правил взаимодействия между агентами, так что вопросам коммуникации стоит уделять наибольшее внимание [2].

Термин «холон» впервые был использован А. Кёстлером для объяснения биологических подсистем. В общем смысле он означает нечто, что является чем-то целым и самодостаточным, но при этом может быть частью чего-то большего. Другими словами, это некая устойчивая система в рамках другой, более крупной системы [3]. Основные свойства холона – это дополнительность и уровневость. Холоны способны проводить композицию и декомпозицию, а также взаимно дополнять друг друга, оставаясь при этом противоположными по функциям. Основной особенностью холона является способность менять свои иерархические связи и создавать новые, адаптируясь под состояния среды.

Такие иерархические объединения называются холархиями и могут содержать сколько угодно уровней вложенности. Холон может состоять одновременно в нескольких холархиях и обладать в них разным уровнем. Холархии и были впоследствии взяты за основу разработок децентрализованных систем управления совокупностью блоков (холонов).

Рассматриваемая система в упрощенном виде включает в себя несколько основных узлов: клиентская часть, блок управления, блок интерфейса, блок интеллектуальной головки, лазерный блок. Все они связаны между собой при помощи протокола связи, основанном на открытом протоколе Nanomsg, только клиентская часть общается с интерфейсной посредством обычного TCP/IP, поскольку клиентские приложения представляют собой веб-ресурс. Между холонами системы также возможно общение по другим каналам для передачи специализированных данных. Каждый узел, в свою очередь, объединяет в себе ряд компонентов для решения определенной задачи.

Рассмотрим подробнее интеллектуальный блок, поскольку основную его часть и составляет компонент машинного зрения. Структура блока представлена на рисунке. Основной функцией модуля является поддержка процесса обработки заготовок и выполнение следующих задач:

- поиск и распознавание реперных меток на заготовке для определения нулевой точки для управляющей программы;
- определение наклона поверхности заготовки, которое может быть критичным для процесса гравирования;
- наблюдение за ходом процесса обработки с возможностью реагирования на нештатные ситуации, к примеру, если заготовка сдвинулась со своего места;
- трансляция видеопотока процесса обработки на клиентский виджет по запросу.

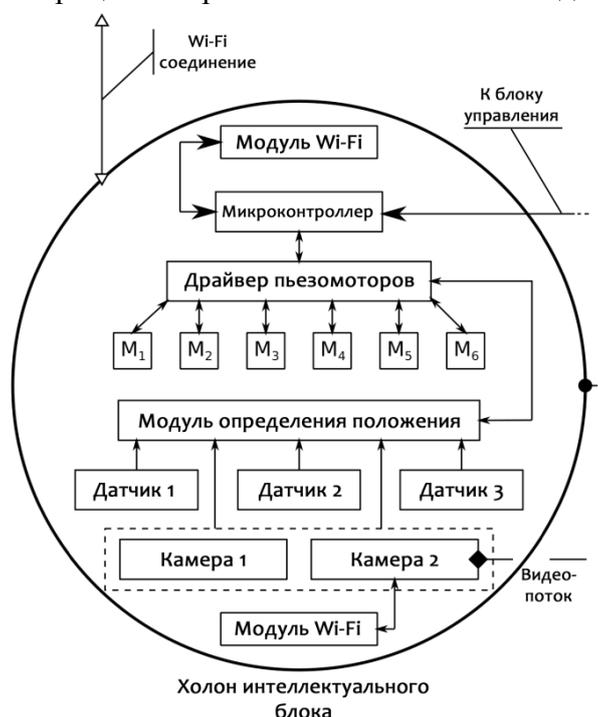


Рисунок. Структура интеллектуального блока установки

При проектировании блоков системы была составлена математическая модель, использующая теорию множеств. Так, каждый агент a_i представляет собой кортеж (S_i, P_i, A_i, φ) , где S_i – множество возможных состояний; P_i – множество объектов восприятия (перцепции); A_i – множество действий и φ – агентная функция: $\varphi_i: S_i \times P_i \rightarrow S_i \times A_i$, \mathcal{E} – множество состояний среды, $\Pi: \mathcal{E} \rightarrow (P_1 \times \dots \times P_n)$ – функция восприятия, $\Delta: \mathcal{E} \times (A_1 \times \dots \times A_n) \rightarrow \mathcal{E}$ – функция среды.

Многоагентная среда (МС) – это кортеж $(\mathcal{A}, \mathcal{E}, S, P)$, где $\mathcal{A} = \{a_i, \dots, a_n\}$ – множество всех агентов. Предполагается, что существует некоторая дискретная временная шкала, где временной шаг задается переходом от одной точки шкалы к другой. Любой агент a_i для всех состояний среды $e \in \mathcal{E}$ и всех состояний агентов $(s_1, \dots, s_n) \in S_1 \times \dots \times S_n$ на каждом шаге вычисления через функцию восприятия получает свой локальный объект восприятия $\Pi_i(e)$. Агент рассчитывает свое следующее действие $a_i = \varphi_i^2(s_i, \Pi_i(e))$ и свое новое состояние $s_i^1 = \varphi_i^1(s_i, \Pi_i(e))$ на основании текущего состояния s_i и своего восприятия этого состояния, т.е. состояние среды меняется под действием агентов.

В ходе данного этапа работы были исследованы характеристики и особенности функционирования многоагентных систем, предложен подход к реализации компонента машинного зрения в системе и разработана структура интеллектуального блока системы управления. Дальнейшая работа состоит в реализации разработанной архитектуры, разработке программ для микроконтроллера на основе алгоритма машинного зрения и тестирования платформы с целью улучшения ее структуры и взаимодействия.

Литература

1. Сосонкин В.Л., Мартинов Г.М. Программирование систем числового программного управления. – М.: Логос, 2008. – 344 с.
2. Вулдридж М. An introduction to MultiAgent Systems. – John Wiley & Sons Ltd, 2002. – 366 с.
3. Дорфман Л.Я., Дуворова Е.В. Системная традиция: теория холономности и холон // Системные исследования культуры: сб. науч. тр. – 2006. – С. 52–54.



Щеглова Александра Егоровна

Год рождения: 1994

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
группа № А4130

Направление подготовки: 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие
процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

e-mail: alex.shcheglova@gmail.com



Рахманов Юрий Алексеевич

Год рождения: 1941

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
к.т.н., доцент

e-mail: rahmanovua2010@gmail.com

УДК 663.1

ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ НА ПРОИЗВОДСТВЕ АНТИБИОТИКОВ ГРУППЫ ПЕНИЦИЛЛИНА

Щеглова А.Е., Рахманов Ю.А.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Ю.А. Рахманов

В работе приведены наиболее перспективные решения по ресурсосбережению на типовых предприятиях по производству природных и (или) синтетических пенициллинов в форме активных фармацевтических субстанций.

Ключевые слова: фармацевтические препараты, антибиотики, ресурсосбережение, нативный раствор, мицелий, локальная очистка, эффективные окислительные процессы.

На сегодняшний день в России доля производства фармацевтической продукции не превышает 22%, а отечественных активных фармацевтических субстанций (АФС) составляет всего 2%, т.е. основная часть предприятий специализируется на производстве готовых лекарственных средств (ГЛС) из импортных АФС [1]. В ближайшее время в России планируется активное развитие и рост фармацевтической промышленности, поэтому создание энерго- и ресурсоэффективных производств АФС является важной задачей. Одним из самых больших секторов производства ГЛС и АФС является производство антибиотиков и, в частности, пенициллинов.

Пенициллины – группа природных и полусинтетических антибиотиков, производные 6-аминопенициллановой кислоты (6-АПК), молекулы которых соответствуют общей структурной формуле (рисунок).

На рисунке: R – радикал, который может иметь различную химическую природу и по большей части определяет свойства того или иного пенициллина – растворимость, кислотно-основные свойства, химическую устойчивость и антимикробную активность.

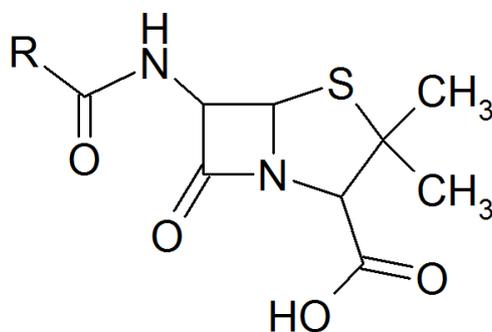


Рисунок. Производные 6-аминопенициллановой кислоты

Существуют природные пенициллины (бензилпенициллин, феноксиметилпенициллин и их соли), получаемые ферментативным путем, и полусинтетические пенициллины, такие как ампициллин, амоксициллин и другие. Их получают химическим синтезом кислот и их хлорангидридов нужной структуры с 6-АПК, которую, в свою очередь, получают ферментативным гидролизом из бензилпенициллина.

В общем, производство антибиотиков, в частности, пенициллина, можно разделить на следующие стадии:

1. стадия биосинтеза – выращивание посевного мицелия 1-й генерации в аппаратах малой емкости (инокуляторах), выращивание посевного мицелия 2-й генерации в аппаратах большой емкости, ферментация в ферментерах;
2. выделение и химическая очистка – фильтрация культуральной жидкости, предварительная обработка нативного раствора, экстракция и очистка пенициллина;
3. кристаллизация и сушка – выделение кристаллических солей пенициллина;
4. очистка сточных вод и утилизация других отходов производства.

В ходе исследования были выделены следующие специфические для производства антибиотиков и пенициллинов пути энерго- и ресурсосбережения.

1. Замена способа извлечения пенициллинов из нативного раствора. На данный момент на большинстве производств используют экстракционный метод, требующий больших объемов экстрагентов (бутилацетат и бутанол), с их расходом до 500 м³ на 1 м³ нативного раствора. Был предложен сорбционный метод выделения, в котором общий объем элюента (ацетона) меньше в 3–4 раза. Ацетон регенерирует простой ректификацией с выходом более 90%. Сорбционная технология имеет следующие

преимущества: увеличение выхода целевого компонента на 10%, снижение финансовых затрат на покупку растворителей и снижение в 3,5 раза как объемов используемых растворителей, так и затрат тепловой энергии на регенерацию [2].

2. Утилизация мицелия – вегетативных тел микроорганизмов, образующихся в процессе ферментации и отделяющиеся от нативного раствора фильтрацией. Было исследовано использование мицелия в качестве перспективного вторичного сырья:
 - добавка в стройматериалы после вакуум-фильтрации и сушки с целью увеличения прочности цементных изделий до 15%, скорости их затвердевания и улучшения ряда других показателей [3];
 - получение ферментов α -амилазы и рибонуклеазы I из отходного мицелия штамма 194 *Penicillium chrysogenum* [3];
 - кормовая добавка – увеличение суточного привеса сельскохозяйственных животных до 60%, сокращение расхода кормов до 30% [3].

Мицелий необходимо отделять от культуральной жидкости еще после стадии ферментации, так как это увеличивает чистоту продукта и облегчает процесс извлечения ЦК (целевого компонента). Также мицелий не следует сбрасывать в сточные воды – он увеличивает продолжительность полной очистки сточных вод в аэротенках на 50%, на 30–40% увеличивает загрязненность общезаводского стока, соответственно повышается стоимость очистки [3].

3. Локальная очистка концентрированных стоков с целью уменьшения специфических загрязнений и улучшения показателей общезаводских очистных сооружений. Такой подход способствует созданию замкнутых циклов водопотребления на производстве, а также уменьшению объемов аппаратуры и расхода вспомогательного сырья. Широко распространена локальная очистка высококонцентрированных нативных растворов. Такой подход приводит к снижению химического потребления кислорода (ХПК) общезаводского стока до 30% и сокращению объемов биохимических очистных сооружений [3].
4. Использование эффективных окислительных технологий. Их применяют в фармацевтической промышленности в случае, когда в сточных водах находятся тяжело разлагаемые биологическими методами соединения, также их используют для сильнозагрязненных сточных вод, коими и являются воды производства пенициллинов. К ним относятся: озонирование и (или) обработка перекисью водорода, окисление Фентона, фотокатализ, электрохимическое окисление/разложение, окисление влажным воздухом. Многие из этих методов являются лишь альтернативными или более эффективными методами очистки, их использование совершенно не гарантирует значительную экономию ресурсов и энергии, так как это зависит от особенностей производства и работы предприятия. Однако стоит выделить следующие методы:
 - озонирование и (или) обработка перекисью водорода – озон разлагается в воде, образуя радикалы $\text{OH}\cdot$, которые являются еще сильным окислительным агентом, атакующим определенные функциональные группы органических молекул. Заявляется [4], что данная технология намного более эффективная, чем адсорбция активированным углем, и в определенных случаях более экономичная. Наиболее целесообразным является выделение пенициллинов ультрафильтрацией и дальнейшее направление фильтрата на окисление. Некоторые пенициллины, содержащие амидные связи, плохо разлагаются озоном, в таких случаях добавляют пероксид водорода в миллимолярных концентрациях, который интенсифицирует процесс разложения озона. Исследования показывают, что данная схема повышает эффективность снижения ХПК на 76% [4];

- окисление Фентона. Реагентное окисление, включающее в себя реакцию перекиси водорода H_2O_2 с ионами Fe^{3+} или Fe^{2+} по свободно-радикальному механизму. В проводимых исследованиях [4] степень снижения ХПК при изначальных значениях 12000 мг/л составила более 95%, а пенициллин был полностью удален после 40 минут окисления с применением Фентона и ультрафиолета.

Большим недостатком данного метода является сильная зависимость от pH поступающей воды и образование большого количества отработанного железа. Наилучшим применением Фентона может быть в качестве первичной очистки, где тяжело биоразлагаемые соединения превращаются в легко биоразлагаемые для дальнейшей биологической очистки.

Сочетание реактора Фентона с мембранными методами очистки обычно дают хорошие результаты по очистке (снижение ХПК на 96–99,5%, биохимическое потребление кислорода на 88–97,5%) и позволяют пускать на циркуляцию отработанный концентрат с фильтров [5].

Таким образом, благодаря вышеперечисленным методам возможно: снизить в 3–4 раза объемы используемых растворителей; в 3,5 раза уменьшить затраты тепловой энергии на регенерацию растворителей; увеличить выход продукции на 10%; уменьшить нагрузку на станции биологической очистки, позволяя уменьшать их мощность, размеры и количество используемого ила; уменьшить количество твердых отходов производства путем их вторичного использования; более эффективно очищать сточную воду от тяжело биоразлагаемых элементов и других загрязняющих окружающую среду веществ.

Литература

1. Верещагина Л.М., Логунова А.Ю. Фотохимическая очистка сточных вод фармацевтического производства // Экология производства. – 2012. – № 6. – С. 55–57.
2. Таранцева К.Р., Марынова М.А., Яхкинд М.И. Способы снижения загрязненности сточных вод химико-фармацевтической промышленности на примере производства β -лактамов // Экология и промышленность России. – 2013. – № 9. – С. 12–15.
3. Кантере В.М., Жуковская С.А. Совершенствование технологических процессов с целью создания малоотходной технологии // Успехи в области изучения и производства антибиотиков. – 1982. – № 11. – С. 67–74.
4. Pérez-González A. et al. Pharmaceutical Industry Wastewater: Review of the Technologies for Water Treatment and Reuse // Industrial & Engineering Chemistry Research. – 2014. – V. 53. – P. 11571–11592.
5. Dolar D. et al. Combined Methods of Highly Polluted Pharmaceutical Wastewater Treatment – a Case Study of High Recovery // Polish Journal of Environmental Studies. – 2013. – V. 22. – № 6. – P. 1677–1683.



Щербаков Тимофей Валерьевич

Год рождения: 1995

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра информатики и прикладной математики, группа № P3417

Направление подготовки: 09.03.04 – Программная инженерия
e-mail: shcherbakov.t@gmail.com



Перл Иван Андреевич

Год рождения: 1986

Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра информатики и прикладной математики, к.т.н., доцент
e-mail: ivan.perl@corp.ifmo.ru

УДК 004.428.4

РАЗРАБОТКА ОНЛАЙН-РЕДАКТОРА МОДЕЛЕЙ СИСТЕМНОЙ ДИНАМИКИ. ОСНОВНЫЕ ТРУДНОСТИ И ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ

Щербаков Т.В., Перл И.А.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Перл И.А.

В работе рассмотрены уже существующие решения для онлайн-редактора моделей системной динамики, а также выявлены основные проблемы и их возможные решения при разработке онлайн-редактора моделей.

Ключевые слова: системная динамика, онлайн-редактор, реактивное программирование, моделирование, веб-технологии.

Вступление. Сфера инструментов моделирования и симуляции является очень разнообразной и обширной.

Для конечных пользователей инструменты моделирования в основном представлены в виде десктопных приложений для исполнения на компьютерах потребителей.

Но в связи с широким распространением интернета, для разработчиков открываются новые возможности и платформы для создания средств моделирования и симуляции.

Конкуренция между такими компаниями как Apple, Microsoft и Google привела к быстрому росту доступности продвинутых средств разработки в веб-браузерах, а также к значительному повышению производительности в тех же браузерах. Эти улучшения изменили понимание того, что доступно для веб-разработки в целом. Таким образом, можно прийти к пониманию, что исполнение симуляций и моделирования на машине пользователя больше не актуально.

Веб-инструменты моделирования наиболее доступны для не экспертов в этой области, так как они освобождают пользователей от необходимости локально устанавливать средства, необходимые для выполнения моделирования, следовательно, снижаются трудозатраты, повышается доступность и скорость доступа к средствам моделирования. Так как открыть готовое решение в виде простой веб-страницы легче, чем загружать и устанавливать то же самое решение на свою машину. Облегчение доступа к средствам моделирования, помимо прочего, может также нести социальную пользу за счет того, что большее число людей будет пользоваться и разбираться в средствах моделирования.

В этой связи проект sdCloud (который разрабатывается на кафедре информатики и прикладной математики Университета ИТМО) занимается разработкой решения для выполнения и моделирования моделей системной динамики в виде веб-приложения, где все необходимые для модели вычисления выполняются в облачном сервисе, а работа с результатами моделирования и самими моделями ведется на страницах этого веб-приложения.

В связи с целями проекта sdCloud и встала задача реализации онлайн-редактора для моделей системной динамики, который позволить развивать это веб-приложение дальше и сделать его функциональность намного шире, а так же повысит удобство работы с моделями в приложении.

Хотелось бы упомянуть уже существующие решения для моделей системной динамики:

1. Insight Maker. Insight Maker – это бесплатное веб-приложение, которое позволяет строить и выполнять модели и делиться ими с другими пользователями. Основное его отличие от sdCloud в том, что Insight Maker является полностью клиентским приложением, т.е. выполняется в браузере на стороне клиента. В то время как у проекта sdCloud есть свой мощный бэк-энд для расчета и выполнения моделей;
2. Sysdea. Еще одно решение – это Sysdea. Sysdea является более профессиональным средством моделирования, но в отличие от sdCloud и Insight Maker не является open-source проектом.

Системная динамика – это направление моделирования, представляющее собой исследование нелинейного поведения сложных систем в течение длительного времени [1].

Модели системной динамики строятся из абстрактных элементов, которые позволяют имитировать свойства моделируемой системы.

Существуют следующие типы элементов:

- петли обратной связи – это замкнутые цепочки взаимодействия, которые связывают исходное действие с его результатом, изменяющим характеристики окружающих условий, которые, в свою очередь, являются «информацией», вызывающей дальнейшие изменения;
- уровни – это накопители, исследуемой системы. Полностью описывают состояние системы в текущий момент времени;
- темпы (потoki) – потоки, вызывающие изменение уровней. Показывают скорость изменения уровней;
- функции решений (вентили) – функции зависимости потоков от уровней. Например, производительность транспортной системы может быть выражена количеством товаров в пути (уровень) и константой (запаздывание на время транспортировки);
- линии задержки (запаздывания) – служат для имитации задержки потоков. Характеризуются параметрами среднего запаздывания и типом неустановившейся реакции [2].

При первоначальной разработке модели, чаще всего, невозможно учесть всех необходимых параметров, влияющих на систему. При последующем тестировании и выполнении модели необходимо ее дополнять новыми элементами, редактировать существующие зависимости для того, чтобы она отражала действительность, но редактирование моделей в виде математических зависимостей является трудоемким процессом, в связи с этим необходим онлайн-редактор для моделей системной динамики, который обладал бы доступным и достаточно простым пользовательским интерфейсом. Таким образом, редактор должен поддерживать возможности для добавления, редактирования и удаления всех типов элементов, присущие системно-динамическим моделям, которые были описаны выше.

Для оценки онлайн-редактора моделей системной динамики можно использовать три основных критерия: производительность, особенности, доступность. Основываясь на этих критериях, можно выделить следующие возможные трудности, с которыми придется встретиться при разработке:

- добавление функционала к средству моделирования часто может оказать отрицательное влияние на производительность. Некоторые особенности функциональности могут потребовать дополнительного времени на расчеты и вызвать трудность при оптимизации;
- использование большого количества специализированных функций может добавить точности при составлении модели, но в то же время, может привести к перегрузке интерфейса, и ввести пользователя в заблуждение. В то же время слишком малое количество функций в редакторе может привести к тому, что редактор вовсе не будет справляться со своими задачами и будет не нужен конечному пользователю.

Следовательно, при разработке редактора необходимо внимательно расставить приоритеты между всеми тремя критериями и прийти к компромиссу между ними.

Каждая модель состоит из большого числа параметров. В разных системах количество этих параметров может колебаться от 30 до 3000 или даже более. Нижний предел близок к минимальному количеству основных параметров, которые отражают основные типы поведения системы. Верхний предел ограничен возможностями восприятия системы и всех ее взаимосвязей экспертом, который эту систему проектирует. Таким образом, имеется большое количество потоков данных, которые связаны между собой, и которые влияют на все поведение системы в целом.

Соответственно, разрабатываемый редактор должен уметь работать с большими потоками данных, которые связаны между собой. Для того чтобы достичь данной функциональности, при разработке онлайн-редактора будет использована такая парадигма программирования, как реактивное программирование (Reactive Programming).

Реактивное программирование (Reactive Programming) – это парадигма программирования, которая ориентирована на потоки данных и распространение изменений. Это означает, что должна существовать возможность легко выражать статические и динамические потоки данных, а также то, что нижележащая модель исполнения должна автоматически распространять изменения благодаря потоку данных. Иными словами, реактивное программирование – это программирование с асинхронными потоками данных.

Типичное событие нажатия на кнопку – это один из самых простых примеров асинхронных событийных потоков, при изменении состояния которых можно выполнять некоторые побочные действия. В реактивном программировании реализуется возможность создавать потоки любого рода, не только нажатия на кнопку. Это могут быть переменные, пользовательский ввод, свойства, структуры данных и многое другое. Так, например, лента Twitter может быть потоком данных, как и череда событий пользовательского интерфейса. Таким образом, можно слушать поток и реагировать на события в нем. Более того, в реактивном программировании имеется набор инструментов и функций, которые позволяют создавать и фильтровать каждый из этих потоков. Потоки могут быть использованы как входные параметры друг друга [3].

Этот функционал – как раз то, что нужно для реализации онлайн-редактора моделей системной динамики, где будут обрабатываться потоки данных, связанные между собой.

Заключение. Подводя итог, можно сказать, что разработка веб-приложения для моделирования и выполнения моделей системной динамики является актуальной задачей на данный момент. И добавление к этому приложению функционала по онлайн-редактированию моделей позволит сделать приложению большой шаг вперед. Однако во время разработки следует уделить большое внимание соотношению функциональности редактора, удобству его использования для конечного пользователя и производительности.

Также, учитывая специфику задачи, которую должен выполнять онлайн-редактор, имеет смысл при разработке использовать такую парадигму программирования, как reactive programming или реактивное программирование, потому что эта парадигма позволяет работать с большими изменяющимися с течением времени данными, которые имеют зависимости между собой [4].

Литература

1. Штерман Дж. Business dynamics: systems thinking and modeling for a complex world: Бизнес-процессы: Системное мышление и моделирование сложного мира / Пер. с англ. – Кембридж, штат Массачусетс, 2002. – 32 с.
2. Форрестер Д. Мировая динамика. – М.: АСТ; СПб.: Terra Fantastica, 2003. – 382 с.
3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gist.github.com/staltz/868e7e9bc2a7b8c1f754>, своб.
4. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1569190X14000513>, своб.

**Югансон Андрей Николаевич**

Год рождения: 1992

Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем, аспирант

Направление подготовки: 10.06.01 – Информационная безопасность

e-mail: a_yougunson@corp.ifmo.ru

**Наумов Андрей Дмитриевич**

Год рождения: 1992

Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем, аспирант

Направление подготовки: 10.06.01 – Информационная безопасность

e-mail: naumov-kost@mail.ru

**Заколдаев Данил Анатольевич**

Год рождения: 1980

Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем, к.т.н., доцент

e-mail: d.zakoldaev@mail.ru

УДК 004.052.2

ОБЗОР НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЙ БАЗЫ В ОБЛАСТИ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**Югансон А.Н., Наумов А.Д., Заколдаев Д.А.****Научный руководитель – к.т.н., доцент Заколдаев Д.А.**

В работе приведен обзор нормативно-правовой базы в области оценки надежности программного обеспечения. В работе рассмотрены три государственных стандарта, регламентирующих методологию оценки качества программного обеспечения. Дана оценка текущему состоянию комплекса государственных стандартов ЕСПД.

Ключевые слова: надежность программного обеспечения, оценка качества программных средств, ЕСПД.

Индустрия программных продуктов (ПП) является одной из наиболее интенсивно развивающихся и прибыльных. В России же рынок собственных ПП практически отсутствует. Единичные образцы ПП, пользующиеся спросом пользователей, лишены рыночной конкуренции как фактора самосовершенствования. Доля ПП России в объеме мирового рынка составляет менее 1%.

При этом программная индустрия является одним из основных компонентов национальных информационных инфраструктур, без которых в современных условиях немыслимо ни социальное, ни экономическое, ни оборонное развитие страны. Таким образом, возникает необходимость освоения современных методов и средств программной инженерии, особенно инженерии качества ПП, обобщаемых в международных и национальных стандартах [1].

Проблема обеспечения надежности программных продуктов стала одним из важнейших приоритетов мирового экономического развития, эффективным средством решения социальных задач. В цивилизованных государствах сложилась развитая система

технического законодательства, не просто устанавливающая конкретные обязательные требования к качеству программного обеспечения (ПО), но и нацеленная на то, чтобы эти требования были финансово и экономически обоснованы и эффективны [2].

Ниже приведен обзор нормативно-правовой базы, регулирующей оценку надежности ПО на территории Российской Федерации.

ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93 Информационная технология. Оценка программной продукции. Характеристики качества и руководства по их применению. Согласно [3] под надежностью ПО понимается набор атрибутов, относящихся к способности программного обеспечения сохранять свой уровень качества функционирования при установленных условиях за установленный период времени. Износ или старение ПО не происходит. Ограничения надежности проявляются из-за ошибок в требованиях, проекте и реализации. Отказы из-за этих ошибок зависят от способа использования ПО и ранее выбранных версий программ.

На рис. 1 отражены основные этапы, требуемые для оценки качества ПО.

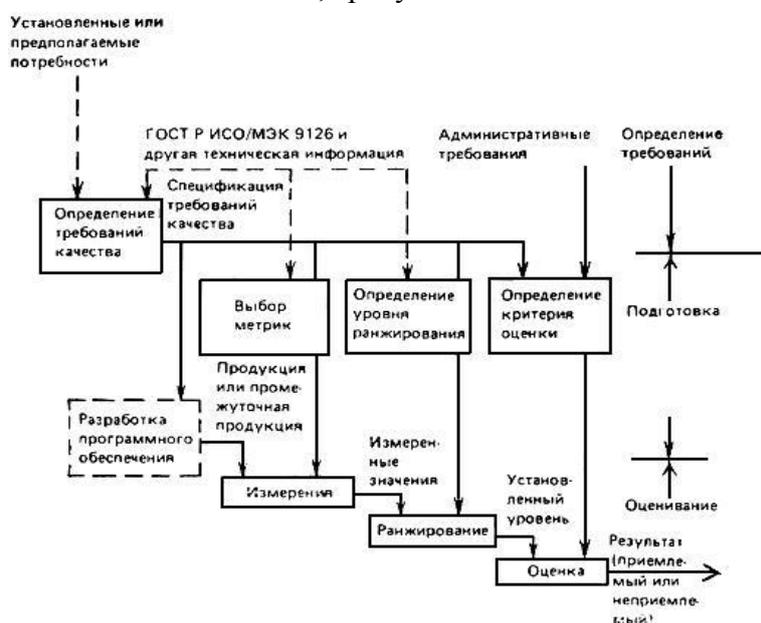


Рис. 1. Модель процесса оценивания

Процесс состоит из трех стадий:

1. установление (определение) требований к качеству;
2. подготовка к оцениванию;
3. процедура оценивания.

Данный процесс может применяться в любой подходящей фазе жизненного цикла для каждого компонента программной продукции.

ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения. В [4] дано следующее определение понятию «надежность» (reliability, dependability): свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования. Надежность является комплексным свойством, которое в зависимости от назначения объекта и условий его применения может включать безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость или определенные сочетания этих свойств.

Как видно из определения, данная трактовка является избыточной в контексте ПО, так как такие свойства, как сохраняемость и ремонтпригодность не актуальны для ПО.

ГОСТ 28195-89. Оценка качества программных средств. Общие положения.

Стандарт [5] оперирует такими понятиями, как показатели надежности программных средств (ПС). Они характеризуют способность ПС в конкретных областях применения выполнять заданные функции в соответствии с программными документами в условиях возникновения отклонений в среде функционирования, вызванных сбоями технических средств, ошибками во входных данных, ошибками обслуживания и другими дестабилизирующими воздействиями.

На рис. 2 изображена модель вычисления надежности ПС на фазе реализации, тестирования, изготовления, обслуживания (сопровождения).

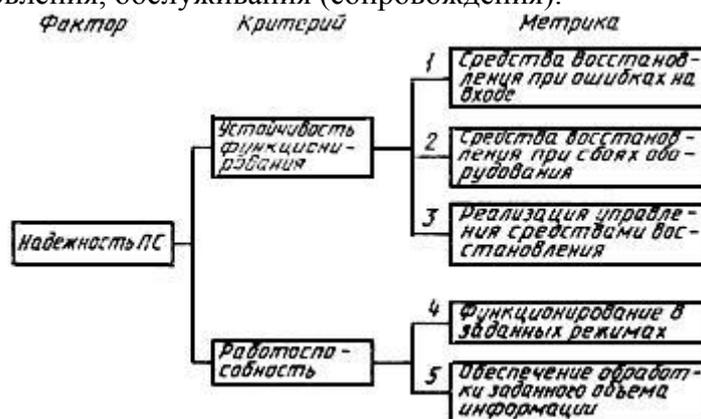


Рис. 2. Вычисление фактора качества «надежность ПС»

В документе приведены оценочные элементы фактора «надежность ПС» такие как: показатель устойчивости к искажающим воздействиям, вероятность безотказной работы, наличие обработки граничных результатов и другие.

Данный государственный стандарт наиболее полно описывает методику оценки качества ПС. Рекомендуется пользоваться им при разработке автоматизированных систем, предназначенных для оценки надежности ПО.

Единая система программной документации (ЕСПД). Говоря о состоянии ЕСПД в целом, можно констатировать, что большая часть стандартов ЕСПД морально устарела. К числу основных недостатков ЕСПД можно отнести:

- отсутствие четких рекомендаций по документированию характеристик качества ПО;
- ориентацию на единственную – каскадную – модель жизненного цикла ПО;
- отсутствие системной увязки с другими действующими отечественными системами стандартов по жизненному циклу и документированию продукции в целом;
- отсутствие рекомендаций по составу, содержанию и оформлению перспективных документов на ПО, согласованных с рекомендациями международных и региональных стандартов.

В заключение стоит отметить отсутствие в нормативных документах значения минимально допустимого уровня надежности ПО. Данный критерий необходим при проектировании критически важных систем в таких отраслях, как оборонно-промышленный комплекс, аэрокосмическое приборостроение, беспилотные летательные аппараты и автотранспортные средства, и другие. На сегодняшний день существуют нормы показателей надежности для сетей передачи данных [6] и значения времени средней наработки на отказ и на сбой для средств технических малых электронных вычислительных машин [7]. А так как ПО является частью более сложных систем, включающих в себя как аппаратные средства, так и линии связи, то невозможно провести комплексную оценку надежности всего комплекса без стандартизированных показателей надежности ПО.

Таким образом, возникает потребность во введении в отечественные стандарты норм, правил, требований и рекомендаций по определению значения минимально допустимого уровня надежности ПО. Но при проведении этих работ нельзя ограничиваться прямым переводом отдельных международных стандартов. Важно, чтобы новые стандарты правильно стыковались со всеми имеющимися и будущим множеством нормативных документов.

Литература

1. Берг О.Ю., Максютя С.В., Пилидии В.С. Задачи улучшения качества программных продуктов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/zadachi-uluchsheniya-kachestva-programmnyh-produktov>, своб.
2. Нагорный С.И., Донцов В.В. О подходах к определению требований, предъявляемых к средствам вычислительной техники, выполненной в защищенном исполнении [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/o-podhodah-k-opredeleniyu-trebovaniy-predyavlyaemyh-k-sredstvam-vychislitelnoy-tehniki-vypolnennoy-v-zaschischennom-ispolnenii>, своб.
3. ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93. Информационная технология. Оценка программной продукции. Характеристики качества и руководства по их применению. – Введен 01.07.1994. – М.: Изд-во стандартов, 1994. – 13 с.
4. ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения. – Введен 01.07.1990. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 38 с.
5. ГОСТ 28195-89. Оценка качества программных средств. Общие положения. – Введен 01.07.1990. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 30 с.
6. ГОСТ Р 53111-2008. Устойчивость функционирования сети связи общего пользования. Требования и методы проверки. – Введен 01.10.2009. – М.: Стандартинформ, 2009. – 16 с.
7. ГОСТ 20397-82. Средства технические малых электронных вычислительных машин. Общие технические требования, приемка, методы испытаний, маркировка, упаковка, транспортирование и хранение, гарантии изготовителя. – Введен 01.07.1983. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 29 с.



Юрчук Анна Владимировна

Год рождения: 1993

Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем, группа № Р4255

Направление подготовки: 10.04.01 – Информационная безопасность
e-mail: anjutikw@gmail.com



Симоненко Зинаида Григорьевна

Год рождения: 1950

Факультет программной инженерии и компьютерной техники, кафедра информатики и прикладной математики, к.т.н., ст. преподаватель

e-mail: zgsim@yandex.ru

УДК 681.7

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИСТОЧНИКОВ ИЗЛУЧЕНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ОПТОВОЛОКОННЫХ ЛИНИЯХ СВЯЗИ

Юрчук А.В., Симоненко З.Г.

Научный руководитель – к.т.н., ст. преподаватель Симоненко З.Г.

В работе произведен сравнительный анализ основных типов источников излучения в оптоволокне.

Ключевые слова: источники излучения, оптоволоконные линии связи, светоизлучающие диоды, лазерные диоды.

Преобразование электрических сигналов в волоконно-оптических линиях связи происходит в оптическом передающем устройстве. Основной его элемент: источник

оптического излучения. В настоящее время применяют два основных типа источников излучения в волоконно-оптических линиях связи:

- источники излучения на основе светоизлучающих диодов (СИД);
- источники излучения на основе лазерных диодов (ЛД) [1].

Светоизлучающий диод – это излучающий прибор, принцип работы которого основан на электрических переходах, предназначенный для преобразования электрической энергии в энергию некогерентного светового излучения.

Лазерный диод – это полупроводниковый лазер, построенный на базе диода. В ЛД используется полупроводниковый кристалл, изготовленный в виде тонкой прямоугольной пластины [2].

Сравнительный анализ характеристик СИД с характеристиками некоторых типов ЛД представлен в табл. 1.

Таблица 1. Анализ характеристик источников оптического излучения

Параметр	СИД с излучающим срезом	Многомодовые лазеры	Одномодовые лазеры с распределенной обратной связью и с внешним модулятором	Лазер с вертикальной резонаторной полостью и излучающей поверхностью
Длина волны, нм	850/1310	1310/1550	1550	850/1310
Выходная мощность	низкая	высокая	высокая	высокая
Спектральная ширина линии, нм	30–60	<3	<0,1	<3
Максимальная скорость, Гбит/с	<0,155	>2	>10	2
Тип волокна	многомодовое	одномодовое	со сдвигом дисперсии	Многомодовое или одномодовое
Цена	низкая	умеренно высокая	высокая	умеренная
Среднее время наработки на отказ	10^9	10^8	10^7	10^8

Сравнение зависимостей выходной мощности от силы тока для светоизлучающих и лазерных диодов представлено на рисунке, а.

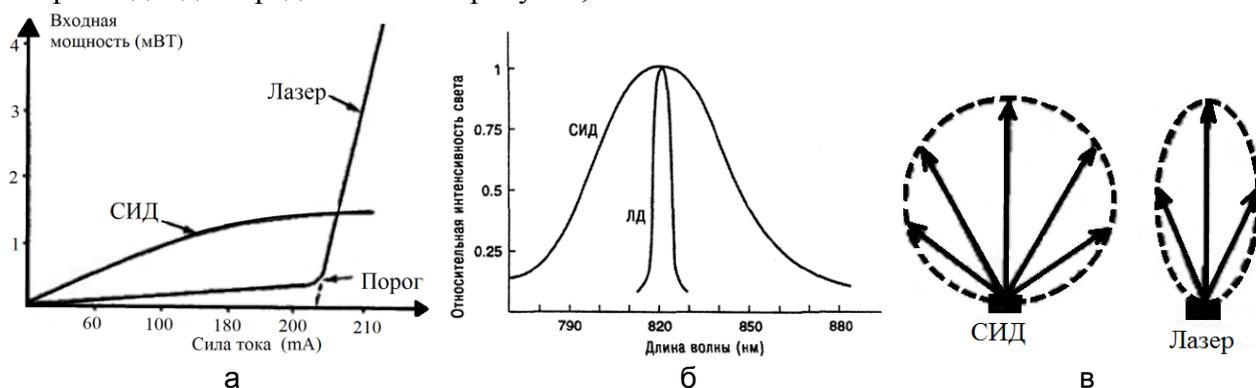


Рисунок. Сравнение: зависимостей выходной мощности от силы тока для светоизлучающих и лазерных диодов (а); ширины спектра излучения светоизлучающих и лазерных диодов (б); расходимости света для светоизлучающих и лазерных диодов (в)

Из рисунка, а, видно, что светоизлучающий диод излучает большую мощность по сравнению с лазером, работающим ниже порога генерации. Выше порога генерации мощность лазера резко возрастает и непрерывно увеличивается вместе с силой управляющего тока.

Сравнение ширины спектра излучения светоизлучающих и лазерных диодов представлено на рисунке, б. Из рисунка видно, что пиковая интенсивность у лазерных диодов много больше, чем у светодиодных. Однако спектральная ширина излучения у светодиодов больше.

После выхода света из источника начинается расширение светового пучка, и только малая его часть в действительности попадает в волокно. Чем уже световой пучок, тем большая часть света может попасть в волокно [3]. Сравнение расходимости для светоизлучающих и лазерных диодов представлено на рисунке, в.

В процессе анализа выявлено, что ЛД имеют ряд преимуществ перед СИД:

- большая выходная мощность;
- меньшая спектральная ширина излучения;
- высокая скорость работы;
- возможность работы как с многомодовым, так и с одномодовым оптоволоконном.

Однако СИД существенно дешевле в производстве, имеют значительно больший срок службы, не требуя стабилизации температуры при работе в нормальных условиях.

Выявленные в процессе работы данные представлены в табл. 2.

Таблица 2. Достоинства и недостатки источников излучения

Источники излучения	Достоинства	Недостатки	Использование
Светоизлучающие диоды	– дешевые в производстве; – большой срок службы; – не требуют стабилизации температуры при работе в нормальных условиях	– из-за широкого спектра излучения эффективность светопередачи на стыке СИД-оптоволоконно мала; – меньшая мощность; – обладает меньшей яркостью; – при использовании возникают проблемы с дисперсией в материале	В линиях передачи сигналов на основе многомодовых волоконных световодов с большим диаметром сердцевины, в том числе изготовленных из недорогих полимерных материалов
Лазерные диоды	– большая выходная мощность; – меньшая спектральная ширина излучения; – скорость работы; – возможность работы как с многомодовым, так и с одномодовым оптоволоконном	– дорогое использование; – необходима стабилизация температуры для поддержания рабочих характеристик лазера; – меньшее среднее время наработки на отказ; – чувствительность к оптической обратной связи	Лазерные диоды используют для линий связи большой длины или для большой скорости передачи

При конструировании волоконно-оптической линии связи тип источника излучения необходимо выбирать, основываясь на необходимых характеристиках системы. В некоторых системах лазер может лишь незначительно расширить рабочие пределы, по сравнению со светодиодами. Однако использование светоизлучающих диодов будет выгоднее и проще.

Литература

1. Скворцов Б.В., Иванов В.И., Крухмалев В.В. Оптические системы передачи: учебник для вузов. – М.: Радио и связь, 1994. – 224 с.
2. Виноградов В.В., Котов В.К., Нуприк В.Н. Волоконно-оптические линии связи. Учебное пособие для техникумов и колледжей ж.-д. трансп. – М.: ИПК «Желдориздат», 2002. – 278 с.
3. Складов О.К. Современные волоконно-оптические системы передачи. Аппаратура и элементы. – М.: Салон-Р, 2001. – 237 с.



Юрчук Денис Викторович

Год рождения: 1993

Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем, группа № Р4255

Направление подготовки: 10.04.01 – Информационная безопасность
e-mail: bg23@bk.ru



Симоненко Зинаида Григорьевна

Год рождения: 1950

Факультет программной инженерии и компьютерной техники, кафедра информатики и прикладной математики,

к.т.н., ст. преподаватель
e-mail: zgsim@yandex.ru

УДК 621.397.4

АНАЛИЗ РАБОТЫ ВИДЕОКАМЕР ВСЕСУТОЧНОГО НАБЛЮДЕНИЯ

Юрчук Д.В., Симоненко З.Г.

Научный руководитель – к.т.н., ст. преподаватель Симоненко З.Г.

В работе выполнен анализ достоинств и недостатков различных типов видеокамер круглосуточного наблюдения с режимом «день/ночь».

Ключевые слова: видеокамеры, наблюдение, анализ.

Видеокамеры, использующие режим «день/ночь», стремительно набирают популярность. Основной целью разработки технологии «день/ночь» явилось расширение возможностей применения цветных видеокамер в условиях малой освещенности. Особенно это важно для систем безопасности, так как видеонаблюдение должно обеспечиваться в любое время суток, при любых географических и климатических условиях.

Целью работы являлось определение наиболее эффективных способов реализации технологии «день/ночь».

Вариант видеокамер «день/ночь» с электронным переключением в черно-белый режим является наиболее простым и распространенным. Он основан на использовании матриц цветного изображения, в которых спектральная полоса пропускаемого срезающего инфракрасного (ИК) фильтра расширена в ближнюю ИК область. Наиболее серьезным недостатком подобного технического решения можно считать значительные искажения цветопередачи при наличии в освещении ИК-излучения.

Видеокамеры «день/ночь» с электронным переключением и неизменной характеристикой спектральной чувствительности не имеют чувствительности в ИК области и

не снабжаются ИК подсветкой [1]. Фактически это видеокамеры цветного изображения с возможностью отключения цвета, а иногда и с функцией усиления видеосигнала. Данная технология не дает никаких преимуществ по чувствительности в сравнении с цветной камерой, за исключением некоторого снижения маскирующего фактора цветового шума на изображениях, полученных при малой освещенности.

В видеокамерах «день/ночь» с электромеханическим фильтром ночной режим обеспечивается механическим выведением установленного перед матрицей срезающего ИК фильтра, с одновременным отключением цветности изображения.

Сдвоенные видеокамеры «день/ночь» объединяют в себе переключаемые модули цветного и черно-белого изображения. Технология со сдвоенными модулями оптимальна для обеспечения максимально возможных характеристик цветного изображения днем и черно-белого изображения с возможностью ИК подсветки ночью, или в условиях малой освещенности. Единственными реальными недостатками сдвоенных видеокамер можно считать незначительный параллакс двух осей зрения и сложность применения зум-объективов [2].

Сдвоенные или двухмодульные камеры принципиально могут иметь максимально достижимые параметры для каждого режима. Таким образом, при хорошей цветопередаче и максимальном разрешении днем легко обеспечить максимальную чувствительность, требуемое разрешение и работу в ИК области ночью.

Двухматричные видеокамеры «день/ночь» при реализации имеют несколько большие сложности, чем предыдущие варианты. Перемещение матриц требует от механизма достаточно высокой точности. Вместе с тем сам механизм принципиально мало отличается от типового механизма перемещения срезающего инфракрасного фильтра. Подобная конструкция имеет все основные преимущества сдвоенных видеокамер.

Таким образом, исходя из вышесказанного, можно сформировать таблицу.

Таблица. Достоинства и недостатки камер с режимом «день/ночь»

Тип камеры	Телекамеры «день/ночь» с электронным переключением в черно-белый режим	Телекамеры «день/ночь» с электронным переключением и неизменной характеристикой спектральной чувствительности	Телекамеры «день/ночь» с электромеханическим фильтром	Сдвоенные телекамеры «день/ночь»	Двухматричные телекамеры
Достоинства	Простота реализации	Простота реализации	Адекватная цветопередача в дневном режиме, реальное увеличение чувствительности в ночном	Хорошее разрешение и цветопередача в дневном режиме, высокая чувствительность в ночном	Хорошее разрешение и цветопередача в дневном режиме, высокая чувствительность в ночном
Недостатки	Искажение цветопередачи при освещении, содержащем ИК-излучение	Отсутствие преимуществ в чувствительности и при переключении в ночной режим	Сложности при технической реализации	Незначительный параллакс двух осей зрения	Сложности при технической реализации

Рассмотренные методы реализации режима «день/ночь» в видеокамерах позволяют сделать следующие выводы:

- наиболее распространенными являются видеокамеры с электронным переключением режима, несмотря на недостаточную, в сравнении с черно-белой телекамерой, чувствительность и серьезные искажения цветопередачи;
- видеокамеры с электромеханическим срезающим ИК фильтром при нормальной цветопередаче дневного режима в ночном режиме все-таки не обеспечивают чувствительности и разрешения, доступных черно-белым камерам;
- сдвоенные видеокамеры имеют максимально возможные характеристики в каждом режиме, но им присущ конструктивный параллакс (несоответствие осей зрения ночного и дневного режимов);
- двухматричные видеокамеры потенциально обеспечивают максимально возможные характеристики при практически полном совпадении осей зрения и изображений ночного и дневного режимов.

Очевидно, что два последних варианта в любом случае можно рассматривать как предпочтительные. Причем сдвоенные камеры можно считать более простым и надежным вариантом, ввиду отсутствия движущихся элементов. Двухматричный вариант наиболее целесообразен для применения в камерах с зум-объективом [3, 4].

Литература

1. Пескин А.Е. Системы видеонаблюдения. Основы построения, проектирования и эксплуатации. – М.: Горячая Линия-Телеком, 2013. – 256 с.
2. Чура Н.И. Телекамеры с режимом «день/ночь» – на страже безопасности круглые сутки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://polyset.ru/article/st195.php>, своб.
3. Ворона В., Тихонов В. Технические средства наблюдения в охране объектов. – М.: Горячая Линия–Телеком, 2011. – 184 с.
4. Попов А. Моя азбука видеонаблюдения. – М.: Алгоритм безопасности, 2013. – 248 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Абрамов Л.О. Исследование и создание системы мониторинга параметров технологического оборудования с применением облачного программного обеспечения и нереляционных баз данных	4
Агеева Т.А., Ткачева Е.В., Шевяков А.Д. Применение технологии трехмерного сканирования в области приборостроения	7
Айнуллова Г.Т. Анализ систем имитационного моделирования при решении технологических задач	10
Акиев Н.В. Исследование систем автоматизированного проектирования, используемых для расчетов печатных узлов.....	13
Акулаева Е.А., Сопроненко Л.П. Сбор и обработка материалов для мультимедийной системы «Архитектурно-художественный комплекс Феодоровский городок в Царском селе как пример Русского стиля».....	15
Алимбеков К.У. Разработка технологических методов обеспечения заданного качества деталей из композиционных материалов при их изготовлении на станках фрезерной группы.....	19
Антипов Д.С., Буздalова А.С. Теоретическая оценка времени работы метода EA+RL при оптимизации функции Jump	21
Антонова А.А., Меженин А.В. 3D-моделирование видео 360 для моделирования освещения	24
Артамонов П.Е. Энерго- и ресурсосбережение при обращении со строительными отходами в Санкт-Петербурге	27
Артемьев Н.Е. Разработка методики проведения сравнительного анализа деталей различной формы для системы технического зрения	30
Бедная А.И. (Университет ИТМО), Жарова Ю.А. (Университет ИТМО; Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе), Толмачев В.А. (Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе), Павлов С.И. (Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе), Гущина Е.В. (Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе) Перспективы применения кремниевых нанонитей, сформированных методом металл-стимулированного химического травления.....	32
Богданов И.В. Определение эффективной зоны обработки при помощи роботизированного комплекса.....	36
Бондаренко И.Б., Шиманчук С.Н. Методика защиты конфиденциальной информации в автоматизированных системах.....	39
Боне Пролесов И.Д., Касас Ромеро Л.Ф. Исследование влияния характеристик гидропривода на кинематику и динамику шагающего робота.....	42
Бородина К.И. Средства индивидуальной защиты глаз от лазерного излучения.....	45
Булочникова Т.А., Рахманов Ю.А. Проблемы энерго- и ресурсосбережения на предприятии по обработке металлов	48
Васильева М.С., Меженин А.В. Имитационная модель сигналов Beacon в среде Unity3D	51
Васильков С.Д. Особенности контроля технологических параметров в литейной форме.....	54
Васюнцева Ю.Е., Локалов В.А., Гельман М.И. Проблема использования компьютерных симуляций при обучении фотосъемке	56
Гаврилов Л.С., Смолин А.А. Технологические особенности создания виртуальных реконструкций масштабных исторических событий	60
Галка Е.М., Бондаренко И.Б. Исследование и анализ безопасности мобильных устройств	63

Гибадуллин И.Н. Разработка программы для определения графических критериев шероховатости.....	67
Горбачев Я.Г. Применение моделей вычислений естественного происхождения в реконфигурируемых вычислителях	70
Гулевич Н.А. Проектирование системы управления транспортной линией на основе многоагентных технологий.....	73
Данг Н.Т., Медунецкий В.М. Основные технологии изготовления зубчатых звеньев передач для малогабаритных механизмов.....	75
Данилова Е.М., Балканский А.А., Лавров А.В., Смолин А.А. Исследование юзабилити интерфейса персонального календаря сотрудника	78
Денисенкова А.Д. Энерго- и ресурсосберегающие технологии при очистке сточных вод предприятий парфюмерно-косметической промышленности	81
Дикарева О.А. Проблемы энерго- и ресурсосбережения при обращении с отходами хлебопекарных производств на примере батона «Осенний»	84
Дикий Д.И. (Университет ИТМО), Артемьева В.Д. (Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград), Нечаева Н.В. (Университет ИТМО), Елисеева В.В. (Университет ИТМО), Чирков К.Е. (Университет ИТМО) Биометрическая аутентификация по динамике рукописного почерка	87
Дикий Д.И. (Университет ИТМО), Артемьева В.Д. (Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград), Нечаева Н.В. (Университет ИТМО), Родионов П.Ю. (Университет ИТМО) Алгоритм определения вектора признаков динамики рукописного почерка	90
Добрынина В.К., Рахманов Ю.И. Мероприятия по предотвращению загрязнения моря с судов	94
Довгаль Д.А. Особенности трехмерной визуализации данных в виртуальной реальности	97
Довгань А.Н., Меженин А.В., Бурлов Д.И. Технологии интерактивного мультимедийного маппинга в современных сценических постановках	99
Дорошина Н.В., Рой Р.С., Лихачева Т.С. Анализ материалов для прототипирования печатных плат на основе использования гр-технологий.....	102
Елистратов В.Д., Ильина А.Г. Применение N_{∞} оптимизации к задаче слежения.....	105
Ефимов И.А., Тимофеева А.А. Проблемы анализа защищенности телекоммуникационных систем	108
Жакыпов А.О. Энергетическая эффективность теплоэнергетических установок, работающих на биомассе	110
Жидков Е.А., Левкович С.С., Горбатов А.Ю., Левчук К.Э. Система «Умный дом»: современные технологии и разработки	112
Завьялова В.В., Рахманов Ю.А. Энерго- и ресурсосбережения в технологии (ликвидации) обезвреживания биологических отходов	115
Зайцева А.Ю. Анализ технологий получения зеркальных поверхностей формообразующих деталей.....	117
Зелтинь И.А., Перл И.А. Обзор наиболее популярных библиотек и платформ для эффективной веб-разработки пользовательских интерфейсов.....	120
Зименко К.В., Филиппов А.Н. Разработка модуля расчета режимов резания с применением методов САПР ТП «ТЕХКОМ».....	123
Игнатенко Я.П., Смолин А.А. Анализ жанра видеоэкскурсии в медиа-продуктах, снятых в технике панорамного видео	126
Изгарева С.А. Проблемы применения трехмерной графики в RLCP-совместимых виртуальных лабораториях	128
Ильин Е.Д., Смолин А.А. Исследование способов и техник интерпретации результатов одномерной модели кровотока при визуализации в трехмерном пространстве	131

Калёнова О.В. Разработка системы поиска по мультимодальным данным	133
Клакевич А.В. Перспективные направления исследований в самоорганизующихся сетях.....	136
Кляус Т.К. Моделирование угроз безопасности информации для систем электронного документооборота	139
Кожевников И.Д., Меженин А.В., Бурлов Д.И. Интерактивные и нелинейные сюжеты в кино.....	141
Кознов Л.Н., Жмылёв С.А. Сравнительный анализ систем автоматического или автоматизированного построения топологий вычислительных сетей	144
Комарова А.В., Менщиков А.А. Алгоритмы электронной цифровой подписи в информационных системах.....	147
Кораханов Т.Б. Мехатронная система для увеличения мускульной силы человека.....	149
Коротаева Н.А., Сыроева Е.К. Процесс создания зала виртуального музея «космического» дизайнера в СССР	152
Коротких А.Е., Бурлов Д.И., Меженин А.В. Технологии превизуализации киноцен на съёмочной площадке	155
Круглов О.И., Рахманов Ю.А. Высокотехнологичные стекла, их роль в энергосбережении систем отопления и кондиционирования воздуха.....	158
Крылова А.А. Модульный графический интерфейс как часть холонической системы управления технологическим оборудованием.....	161
Крючкова Е.А. Виды контроля и методы выявления дефектов печатных узлов	163
Ксенофонтова А.Г., Смолин А.А. Анализ программных средств для визуализации графов.....	166
Кузнецова Н.В., Ефимчик Е.А. Виртуальные лаборатории для электронных курсов по физической оптике и аналитической механике	168
Кузьмин А.Р. Метод обеспечения целостности данных облачного хранилища на основе цепочки блоков транзакций (блокчейн)	171
Кульгейко Т.Ю., Меженин А.В. Обработка данных результатов дистанционного оптического зондирования.....	174
Куцуров А.В. Исследование и разработка системы автоматизированного мониторинга и контроля производственного оборудования.....	177
Левкович С.С., Соловьев Д.В., Жидков Е.А., Левчук К.Э. Алгоритмы нейронных сетей: применение в задачах информационной безопасности	180
Левчук К.Э., Соловьев Д.В., Жидков Е.А., Левкович С.С. Современные проблемы при вводе в эксплуатацию структурированных кабельных систем.....	182
Левшенков А.Е., Биндюк В.В. Разработка ортеза разгрузки мышц тазобедренного сустава пациента.....	185
Лейфер К.И., Спивак А.И. Определение пространства признаков для идентификации пользователя на мобильных устройствах	188
Летуновский Д.С., Лихачева Т.С. Методики прототипирования печатных плат, лежащие в основе работы комплекса автоматизации проектирования и прототипирования электронных средств.....	190
Малинникова М.Н. Автоматизированные системы управления и диспетчеризации при литье полимеров под давлением.....	193
Маркина Г.Л., Шлей М.Д., Кузнецова О.В. Система поддержки предпроектной деятельности научных коллективов при подаче заявок на участие в конкурсных отборах.....	196
Мартынчук И.Г., Жмылёв С.А. Архитектура и организация сервисов автомасштабирования в облачных системах.....	200
Медунецкий В.М., Николаев В.В. Анализ конструктивных особенностей захватных устройств манипуляторов роботов	203

Меженин А.В., Гуляева К.И. Методы построения indoor-навигации	206
Меженин А.В., Короткова Н.Д. Методы векторной анимации при создании визуализаций техники живописи Кандинского	209
Меженин А.В., Кочергина А.М. Методы создания эффективных графических приложений в web	212
Меженин А.В., Трушин В.А. Оценка качества результатов фотограмметрии	215
Мешков А.В., Лукин А.Е., Куприянов Д.В., Скрипко Р.Е., Копьев Н.О., Устюгов И.А. Модернизация конструктивных элементов мехатронного образовательного комплекса	218
Мулюкин А.А., Калёнова О.В., Перл И.А. Разработка системы автоматической проверки лабораторных работ студентов по программированию	222
Мулюкин А.А., Перл И.А. Способы оптимизации процесса исполнения моделей системной динамики	226
Мурзанова К.А., Меженин А.В. Проектирование и разработка мобильного приложения с элементами 3D на платформе Xamarin	229
Назаров Э.Х., Помпеев К.П. Структура базы данных и этапы выбора оборудования и дополнительного оснащения для литья полимерных изделий	233
Назарова Т.С. Классификация и анализ существующих методов визуализации	235
Нгуен Н.К., Филиппов А.Н. Возможные методы построения организации виртуального предприятия с применением MongoDB	240
Невенчанная А.Ю., Симоненко З.Г. Применение искусственных нейронных сетей для классификации акустических характеристик с целью диагностирования состояния пчелиных семей	242
Николаев А.Д. Сравнительный анализ износостойкости концевых твердосплавных фрез производителей Sandvik и Kendu и шероховатости обработанных ими поверхностей	245
Новик Д.В., Меженин А.В. Измерение производительности JavaScript на клиентской стороне в веб-приложениях	248
Панфилов П.А. Разработка и исследование специализированной оснастки для изготовления асферической оптики малоразмерным инструментом	251
Петров М.М. Принципы организации удаленного доступа студентов к лабораторному технологическому оборудованию	253
Пирожникова О.И., Козлов А.С., Лабковская Р.Я., Ткалич В.Л. Экспериментальные исследования кольцевых упругих элементов	256
Припадчев А.А. Сравнение систем статического анализа Python-кода	258
Расщупкин А.В., Помпеев К.П. Применение демпфирующего приспособления при чистовом фрезеровании криволинейных поверхностей титановых деталей	261
Рахманов Ю.А., Есева К.Д. Энерго- и ресурсосбережение в органическом сельском хозяйстве	264
Руденко А.С., Трифанов А.И. Электрооптический фазовый модулятор в режиме светоделителя	266
Румянцева А.Г., Мамутова Л.А. Приемы мультипликации в историческом развитии	269
Саламатин В.В. Использование программного обеспечения при геонавигации	272
Селедкина Е.А. Разработка и исследование инфракрасного измерителя высоты нижней границы облаков	275
Смазнова Е.С., Рахманов Ю.А. Проблемы энерго- и ресурсосбережения при обращении с коммунальными отходами	279
Смирнов Д.А., Рахманов Ю.А. Эффективность энергосбережения систем жизнеобеспечения при использовании абсорбционной холодильной машины	282

Солодкова В.Н., Спиридонова А.М. Анализ технологии создания видеомэппинга на скульптуре.....	284
Сорокина М.В. (Университет ИТМО), Яворовская Н.Л. (АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор»»), Яковенко О.А. (АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор»») Опыт аттестации высокоточных имитаторов движения	287
Спиридонова А.М. Эксперименты со светом в искусстве русских футуристов	291
Стерхов А.С., Платунов А.Е. Инструментальная поддержка проектирования сторожевых механизмов для ответственных встраиваемых систем.....	294
Суринов А.С., Колчин М.А. Исследование и разработка веб-интерфейсов прикладного программирования на основе архитектурного стиля REST.....	298
Талапов В.В., Помпеев К.П. Влияние вязкости и пластичности материалов формообразующих деталей на процесс образования в них дефектов	300
Тампер А.М., Большаков В.О. Преимущества и недостатки получения нанокompозита Si_{inc} / SiO_2 путем имплантации ионов Si в SiO_2 исходной системы SiO_2/Si и последующей обработки системы лазером.....	303
Тимофеева О.С. Разработка интегрированной исследовательской среды для технологической подготовки литьевого производства	307
Ткачева Е.В., Агеева Т.А. Проблемы обеспечения свойств интероперабельности систем автоматизированного проектирования электронных устройств	309
Ткешелашвили Н.М., Клименков С.В. Определение структуры данных электронных таблиц с использованием тезаурусов.....	314
Устинова А.И. (Университет ИТМО), Игнатов П.В. (Санкт-Петербургский гуманитарный университет профсоюзов) Применение мультимедийных технологий в области акустики.....	316
Утегенова Н., Рахманов Ю.А. Методы обеспечения экологической безопасности при использовании твердого топлива в энергетике	319
Хайдарова Р.Р., Лапаев М.В. Обеспечение надежности телеметрических систем на базе гетерогенных сенсорных сетей.....	322
Чивилихин С.А., Манухин Б.Г., Андреева О.В., Материкина Д.В. Расчет лазерного нагрева полимерной регистрирующей среды с фенантренхиноном.....	325
Шевяков А.Д., Агеева Т.А., Ткачева Е.В. Анализ форматов обмена данными, используемых для трехмерного сканирования и прототипирования электронных устройств	328
Шереметьев В.О., Трифанов А.И. Неравенство Белла и двухфотонная интерференция в частотной области.....	332
Шишлянников Д.В., Романова Е.Б. Морозоустойчивость микросхемы ADNS-9500	335
Шорохов С.А. Модуль машинного зрения как часть колониальной системы управления технологическим оборудованием	337
Щеглова А.Е., Рахманов Ю.А. Энерго- и ресурсосбережение на производстве антибиотиков группы пенициллина.....	339
Щербаков Т.В., Перл И.А. Разработка онлайн-редактора моделей системной динамики. Основные трудности и подход к разработке	342
Югансон А.Н., Наумов А.Д., Заколдаев Д.А. Обзор нормативно-правовой базы в области оценки надежности программного обеспечения	346
Юрчук А.В., Симоненко З.Г. Сравнительный анализ источников излучения, применяемых в оптоволоконных линиях связи	349
Юрчук А.В., Симоненко З.Г. Анализ работы видеокамер круглосуточного наблюдения.....	352

**АЛЬМАНАХ НАУЧНЫХ РАБОТ
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ УНИВЕРСИТЕТА ИТМО
Том 5**

В авторской редакции

Редакционно-издательский отдел Университета ИТМО

Дизайн обложки

Н.А. Потехина

Зав. РИО

Н.Ф. Гусарова

Редактор

Л.Н. Точилина

Подписано к печати 24.11.2017

Заказ № 4057

Тираж 100 экз.