

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уфимский государственный нефтяной технический университет»

при поддержке:

Российской академии естественных наук
Академии наук Республики Башкортостан
Общественной организации
«Профессионалы дистанционного обучения»
Ассоциации образовательных программ
«Электронное образование Республики Башкортостан»
Российского союза научных и инженерных
общественных объединений
МИП УГНТУ «Научно-производственный центр
НЕФТЕГАЗИНЖИНИРИНГ»

Информационные технологии

Проблемы и решения

У ф а
Издательство УГНТУ
2 0 2 0

Информационные технологии. Проблемы и решения. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2020. 4(13). 140 с.

Information technology. – Ufa: USPTU, 2020. 4(13). 140 p.

Учредитель:

**ФГБОУ ВО Уфимский государственный
нефтяной технический университет**

2020, 4(13)

Издается с 2014 г.

РЕДКОЛЛЕГИЯ

Главный редактор

Р.Н. Бахтизин, первый проректор Уфимского государственного нефтяного технического университета, д-р физ.-мат. наук, профессор

Члены редколлегии

Ю.Н. Белоножкин, канд. экон. наук, доцент кафедры финансы и кредит Сочинского государственного университета

Й. Дарадке, доцент, заместитель декана факультета вычислительной техники и сетей Университета принца Саттама бин Абдулазиза (PSAU) - Королевство Саудовская Аравия (KSA)

Ф.У. Еникеев, д-р техн. наук, профессор кафедры вычислительной техники и инженерной кибернетики Уфимского государственного нефтяного технического университета

В.В. Ерофеев, д-р техн. наук, профессор, руководитель Челябинского регионального отделения РАЕН

Н.В. Корнеев, д-р техн. наук, профессор кафедры управления безопасностью сложных систем Губкинского университета, член-корр. РАЕН

И.М. Михайловская, ст. преподаватель кафедры вычислительной техники и инженерной кибернетики Уфимского государственного нефтяного технического университета

Е.А. Султанова, канд. техн. наук, доцент кафедры вычислительной техники и инженерной кибернетики Уфимского государственного нефтяного технического университета, член-корр. РАЕН

В.Н. Филиппов, канд. техн. наук, доцент кафедры вычислительной техники и инженерной кибернетики Уфимского государственного нефтяного технического университета, действительный член РАЕН

© ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», 2020

© Коллектив авторов, 2020

Полнотекстовая версия выпуска размещена в Научной электронной библиотеке elibrary.ru по ссылке:

https://elibrary.ru/title_about.asp?id=61250

Подробности на сайте: <http://vtik.net>

Отпечатано с готового электронного файла.

Подписано в печать 10.09.2020. Формат 60x80 1/16. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 8,14. Тираж 800 экз. Заказ 101.

Издательство Уфимского государственного нефтяного технического университета

450062, Российская Федерация, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1.

Founder:

**FSBEU NE Ufa State Petroleum
Technological University**

2020, 4(13)

Published since 2014

EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief

R.N. Bakhtizin, Dr. of Physical and Mathematical Sci., Professor, First Vice-Rector of Ufa State Petroleum Technological University

Editorial Board Members:

Yu. N. Belonozhkin, PhD Economic Sci. Department of Finance and Credit Sochi State university

Dr. Yousef Daradkeh, Associate Professor and Assistant Dean for Administrative Affairs, Department of Computer Engineering and Networks, Prince Sattam bin Abdulaziz University (PSAU) - Kingdom of Saudi Arabia (KSA)

F.U. Enikeev, Dr. of Technical Sci., Professor of Department of Computer Science and Engineering Cybernetics Ufa State Petroleum Technological University

V.V. Yerofeyev, Dr. Sci. Professor, Head of the Chelyabinsk regional branch of RANS

N.V. Korneev, Dr. Tech. Sci., Professor, Professor of the Department of Safety Management of Complex Systems, Gubkin University, Corresponding Member of the Russian Academy of Natural Sciences.

I.M. Mikhaylovskaya, Senior Lecturer of Department of Computer Engineering and Engineering Cybernetics Ufa State Petroleum Technological University

E.A. Sultanova, PhD, Deputy Head of Department of Computer science and Engineering cybernetics Ufa State Petroleum Technological University, corresponding member RANS

V.N. Filippov, PhD, Deputy Head of Department of Computer science and Engineering cybernetics of Ufa State Petroleum Technological University, Full member of the RANS

ОГЛАВЛЕНИЕ

ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ: КОНЦЕПЦИЯ, МЕТОДОЛОГИЯ, ТЕХНОЛОГИЯ

Сайфуллина А.Р., Дмитриев В.Г., Галин Д.И. РАЗРАБОТКА ГРАФИЧЕСКОЙ ДИДАКТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СТУДЕНТОВ.....	5
--	---

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ, ОБРАЗОВАНИИ И ПРОИЗВОДСТВЕ

Имамов Ф.Н., Вахтеров А.Р., Фаридонов А.И. ХРАНЕНИЕ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ НА КАРТЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МАГНИТНОГО ПОЛЯ, СОЗДАВАЕМОГО ВОЗДУШНЫМИ ЛИНИЯМИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ НА СЕЛИТЕБНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ.....	11
Фаридонов А.И., Вахтеров А.Р., Имамов Ф.Н. ИЗМЕРЕНИЕ И ОБРАБОТКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КРИТИЧЕСКИХ ЗОН.....	15
Журавлев А.Е. ТЕХНОЛОГИИ МАССОВЫХ ОНЛАЙН КУРСОВ В УСЛОВИЯХ СЛОЖНОЙ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ.....	21
Мытникова Е.А., Афиногенов Н.И. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНТЕРФЕЙСОВ ПО ПРИНЦИПАМ АТОМАРНОГО ДИЗАЙНА.....	24
Яхина А.М. ВЛИЯНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ УЧРЕЖДЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ МОДИФИКАЦИИ ЭЛЕКТРОННОГО ТЕЛЕФОННОГО СПРАВОЧНИКА УФИМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО НЕФТЯНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА.....	29
Хоптериев Ю.Т. ДИНАМИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ И ОНЛАЙН-ТЕСТИРОВАНИЕ ПРИМЕРОВ В ЭЛЕКТРОННЫХ УЧЕБНЫХ КУРСАХ ПРОГРАММИРОВАНИЯ.....	34
Пелевин Я.О., Пелевин О.А. МОДУЛЬНО-КОНСТРУКТИВНЫЙ РЕМОНТ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ И АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ 3D-ПРИНТЕРОВ.....	40
Хатымов Р.В., Юлдашев А.В., Панкратьев Е.Ю. ПУТИ ПРЕОДОЛЕНИЯ ПРОБЛЕМ КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКИХ РАСЧЁТОВ БОЛЬШИХ МОЛЕКУЛЯРНЫХ СИСТЕМ МЕТОДОМ ФУНКЦИОНАЛА ПЛОТНОСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПАКЕТА ПРОГРАММ «ПРИРОДА».....	46
Фукалов А.С., Белозеров А.Е. РАСЧЕТ РЕЙТИНГА МЕРОПРИЯТИЯ В ГЕОСОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ.....	51
Ерофеев В.В., Трояновская И.П., Шарафиев Р.Г., Ерофеев С.В., Гребенщикова О.А., Пинегин А.А. К РАСЧЕТНОМУ ОПРЕДЕЛЕНИЮ КОЭФФИЦИЕНТА КОНЦЕНТРАЦИИ НАПРЯЖЕНИЙ В УПРУГО-ПЛАСТИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ НАГРУЖЕНИЯ.....	55
Алеман Й.А., Зинченко Н.В., Милан М. Я.-К., Михайловская И.М. ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ В ГАВАНСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	60

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОНОМИКЕ, УПРАВЛЕНИИ И БИЗНЕСЕ

Полянская В.И., Ишмухаметова А.А. УПРАВЛЕНИЕ ИТ-АКТИВАМИ. АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ К ПРОЦЕССУ.....	64
Семенов С.В., Шапель Д.А. ПОДХОДЫ К АВТОМАТИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	69
Габитов Б.Н. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПЛАНИРОВАНИЯ ОБЪЕМА КОНСАЛТИНГОВОЙ ПОМОЩИ И СЕРТИФИКАЦИИ МЕДИЦИНСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ.....	78
Титарев Д.В., Кривцанов С.О. УПРАВЛЕНИЕ РЕМОНТАМИ СЕРВИСНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ СЛУЖБЫ SERVICE DESK.....	83
Валиев Р.Р., Киреева Н.А., Родионов А.С. ЧАТ-БОТЫ В НЕФТЕГАЗОВОМ БИЗНЕСЕ.....	89
Кадыров Р.Р. ИНТЕРНЕТ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЮЩИЕСЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ ЭЛЕКТРОННЫХ ТОРГОВЫХ ПЛОЩАДОК.....	94

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Мартенс-Атюшев Д.С., Мартышкин А.И. АНАЛИТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВРЕМЕНИ ОБМЕНА В ПОДСИСТЕМЕ «ПРОЦЕССОР-ПАМЯТЬ» СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ МНОГОПРОЦЕССОРНЫХ РЕКОНФИГУРИРУЕМЫХ СИСТЕМ.....	98
Жгун А.В., Жгун Д.А., Кликно Д.Д., Голубятников М.А., Буравлева М.Е. РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЗАИМНОЙ ВЫСОКОТОЧНОЙ НАВИГАЦИИ.....	104
Жармухаметова А.Р. КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СВЕРХПЛАСТИЧНОЙ ФОРМОВКИ ТИТАНОВЫХ ТОНКОЛИСТОВЫХ СПЛАВОВ В ПРЯМОГОЛЬНУЮ МАТРИЦУ.....	109
Сагирова Э.И. ВНЕДРЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ В ПРОЦЕСС ФОРМИРОВАНИЯ ОТЧЕТОВ НА ЗАКУПКУ МАТЕРИАЛОВ И ЗАПЧАСТЕЙ ДЛЯ ПЛАНОВОГО РЕМОНТА ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА.....	115
Олимпиева Н.В., Тулупова О.П., Сайтова Э.Р., Ганиева В.Р., Круглов А.А., Еникеев Ф.У. КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СВЕРХПЛАСТИЧЕСКОЙ ФОРМОВКИ ПОЛУСФЕРЫ ИЗ ТИТАНОВОГО СПЛАВА Ti-6Al-4V.....	119

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ГИС-ТЕХНОЛОГИИ

Муравьева Е.А., Столповская Ю.В. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРООБОГРЕВОМ РЕАКТОРА В ПРОГРАММЕ ITHINK.....	126
Хазияхметов Р.Т. ПРЯМОЙ АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД ДЛЯ ПЛОСКИХ ДИФФЕРЕНЦИРУЕМЫХ КРИВЫХ.....	133

СИСТЕМЫ И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Свирко А.И., Шутович Т.В., Белодед Н.И. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ.....	135
---	-----

ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ: КОНЦЕПЦИЯ, МЕТОДОЛОГИЯ, ТЕХНОЛОГИЯ

УДК 004.588

РАЗРАБОТКА ГРАФИЧЕСКОЙ ДИДАКТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СТУДЕНТОВ

DEVELOPMENT OF A GRAPHIC DIDACTIC SYSTEM FOR OPTIMIZATION OF THE PROCESS OF PHYSICAL DEVELOPMENT OF STUDENTS

Сайфуллина А.Р., Дмитриев В.Г., Галин Д.И.,
Уфимский государственный нефтяной технический университет,
ул. Космонавтов, 1, г. Уфа, Республика Башкортостан, 450062, Россия

A.R. Sayfullina, V.G. Dmitriev, D.I. Galin,
Ufa State Petroleum Technological University,
Kosmonavtov Str., 1, Ufa, Republic of Bashkortostan, 450062, Russia

e-mail: als.sayfullina@yandex.ru

Аннотация. Сегодня трудно представить систему образования без обучающих программ (приложения, сайтов), которое облегчает процесс изучения определенных тем, материалов, предметов и курсов, но также упрощают процесс подачи учебных источников. Современные информационные технологии создали широкий спектр возможностей для проектирования и разработки таких программных продуктов. В статье рассмотрены вопросы, связанные с использованием графических средств и приложений для оптимизации процесса физического развития студентов. Выполнена постановка задач для разработки графической дидактической системы для оптимизации процесса физического воспитания учащихся. Рассмотрены основные требования к программному обеспечению, предназначенные для обучения студентов и их дальнейшей подготовки к контрольным тестам (к экзаменам). Подробно описаны типы существующих обучающих систем. Проведен анализ структуры и архитектуры этой системы. В процессе проектирования программного продукта провели сравнительный анализ программ-аналогов и сделаны выводы о необходимости разработки собственного варианта с более понятным интерфейсом. Приведены предположительные модели, описания и алгоритмы компонентов разрабатываемой дидактической системы и его программного обеспечения. Для описания компонентов и демонстрации логики функционирования приложения разработана контекстная диаграмма IDEF0 и ее декомпозиция.

Abstract. Today it is difficult to imagine an education system without training programs (applications, sites), which facilitates the process of studying certain topics, materials, subjects and courses, but also simplify the process of submitting training sources. Modern information technologies have created a wide range of opportunities for the design and development of such software products. The article considers issues related to the use of graphical tools and applications to optimize the process of students' physical development. The tasks are formulated to develop a graphic didactic system to optimize the process of physical education of students. The basic requirements for software intended for teaching students and their further preparation for control tests (for exams) are considered. The types of existing training systems are described

in detail. The analysis of the structure and architecture of this system. In the process of designing a software product, we conducted a comparative analysis of analog programs and made conclusions about the need to develop our own version with a more understandable interface. Presumptive models, descriptions and algorithms of the components of the developed didactic system and its software are presented. To describe the components and demonstrate the logic of the application, a context diagram IDEF0 and its decomposition are developed.

Ключевые слова: моделирование, графическая дидактическая система, информационные технологии, приложение, диаграмма, декомпозиция, алгоритм.

Keywords: modelling, graphic didactic system, information technology, application, diagram, decomposition, algorithm.

Актуальность

В настоящее время многие достижения в области образовании обусловлены развитием цифровых и информационных технологий, в том числе графических. Однако в высшей школе, и, в частности, в процессе физического воспитания в качестве методических средств они представлены недостаточно широко. В связи с чем нам видится актуальным исследование в данном направлении, а именно – разработке графической дидактической системы.

Для реализации поставленной задачи необходимо проделать следующее:

- собрать и проанализировать сведения по предметной области «Физическая культура»;
- создать модель проектируемой системы;
- разработать структуру и архитектуру программного приложения;
- на основе созданной модели разработать программный продукт;
- провести полное тестирование системы;
- разработать руководство по эксплуатации для пользователя и программиста.

Разрабатываемый программный продукт должен удовлетворять следующим требованиям:

- удобный пользовательский графический интерфейс для выполнения всех функций программы;
- содержать максимум дидактического материала и информации по дисциплине;
- быть простым в освоении и использовании, а также быть рассчитанным на пользователя, не имеющего специальных навыков в использовании подобных программных продуктов;
- иметь интерактивную справочную систему, которая будет подробно объяснять пользовательский интерфейс;
- иметь ограничение ввода некорректных данных;
- иметь хорошее обеспечение вывода запрашиваемой информации.

Программный продукт будет разработан с помощью мульти платформенного инструмента для разработки 2D и 3D приложений Unity. Для хранения используются таблицы СУБД MySQL.

Важной частью разрабатываемой системы являются электронные подсистемы, включающие кроме педагогических программных средств методическое и дидактическое сопровождение.

В настоящее время нет единой классификации электронных обучающих систем, хотя во многих работах в зависимости от методических целей, выделяют среди них следующие типы:

- программы-тренажеры – предназначенные для формирования и закрепления умений и навыков, а также для самоподготовки обучаемых.
- контролирующие программы, предназначенные для контроля определенного уровня знаний и умений.
- наставнические программы, которые ориентированы преимущественно на усвоение новых понятий, многие из них работают в режиме, близком к программированному обучению с разветвленной программой.
- демонстрационные программы, предназначенные для наглядной демонстрации учебного материала описательного характера.
- информационно-справочные программы, используемые для вывода необходимой информации.
- имитационные и моделирующие программы, предназначенные для «симуляции» объектов, движений и явлений.

В процессе проектирования программного продукта мы провели сравнительный анализ программ-аналогов и пришли к выводу о необходимости разработки собственного варианта, который будет иметь более понятный интерфейс, встроенные возможности проверки выполнения заданий, возможности поддержки на мобильных платформах и т.д.

Описание основных программных модулей приведено на рисунке 1.

Модули программы представляют собой созданные программистом специализированные логические блоки программы и классы для обеспечения функциональности продукта.

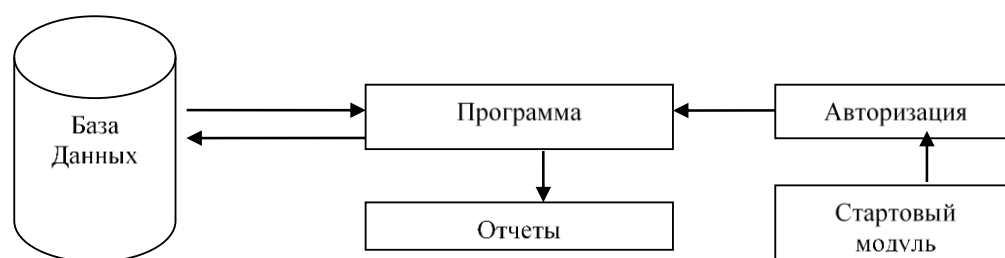


Рисунок 1. Описание основных программных модулей

Для описания компонентов и демонстрации логики функционирования приложения разрабатывается соответствующая модель. Контекстная диаграмма методологии представлена на рисунке 2.

Взаимодействие системы с окружающей средой описывается в терминах:

- входа (на рисунке 2 это «Заявка на создание системы»),
- выхода (основной результат процесса – «Система» и «Руководство пользователя»),
- управления («Требования педагогики», «Требования заказчика», «Методические материалы»)
- механизмов («Рабочая группа», «Инструментальные средства».

Это ресурсы, необходимые для процесса разработки графической дидактической системы для оптимизации учебно-воспитательного процесса по физическому воспитанию студентов).

«Заявка на создание системы» – это потребность пользователей в автоматизации определенных процессов.

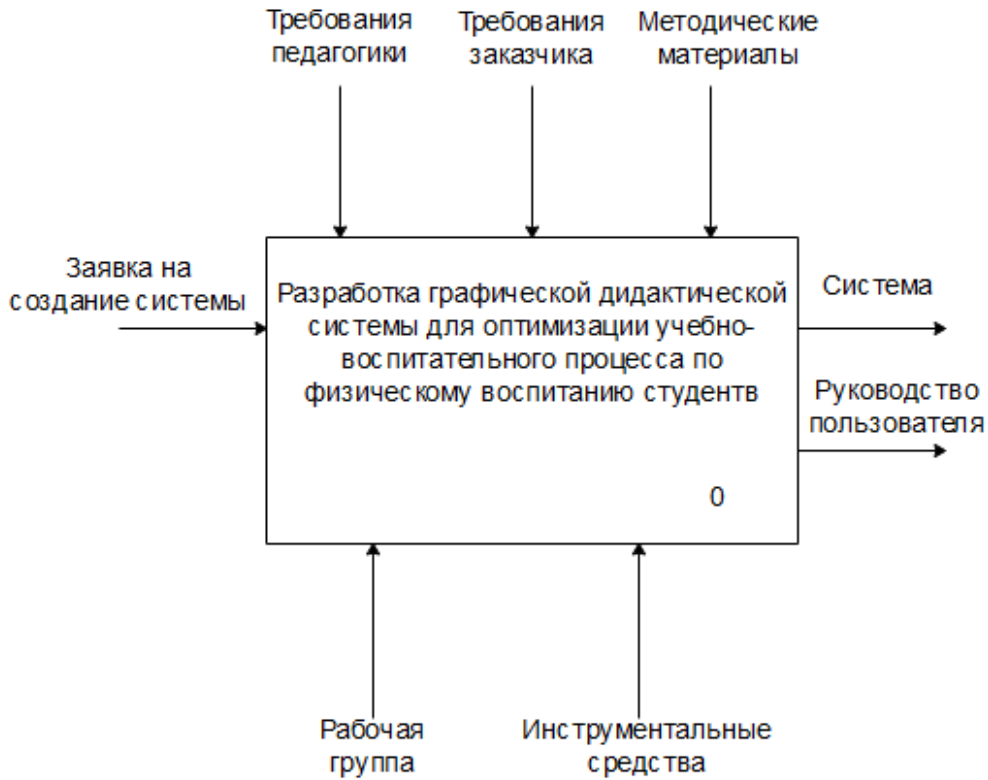


Рисунок 2. Контекстная диаграмма IDEF0

«Требования педагогики», «Требования заказчика», «Методические материалы» – это правила, которыми управляется процесс разработки системы.

После описания контекстной диаграммы проводится функциональная декомпозиция – система разбивается на подсистемы, и каждая подсистема описывается отдельно (диаграммы декомпозиции).

Затем каждая подсистема разбивается на более мелкие и так далее до достижения нужной степени подробности. В результате такого разбиения, каждый фрагмент системы изображается на отдельной диаграмме декомпозиции (рисунок 3).

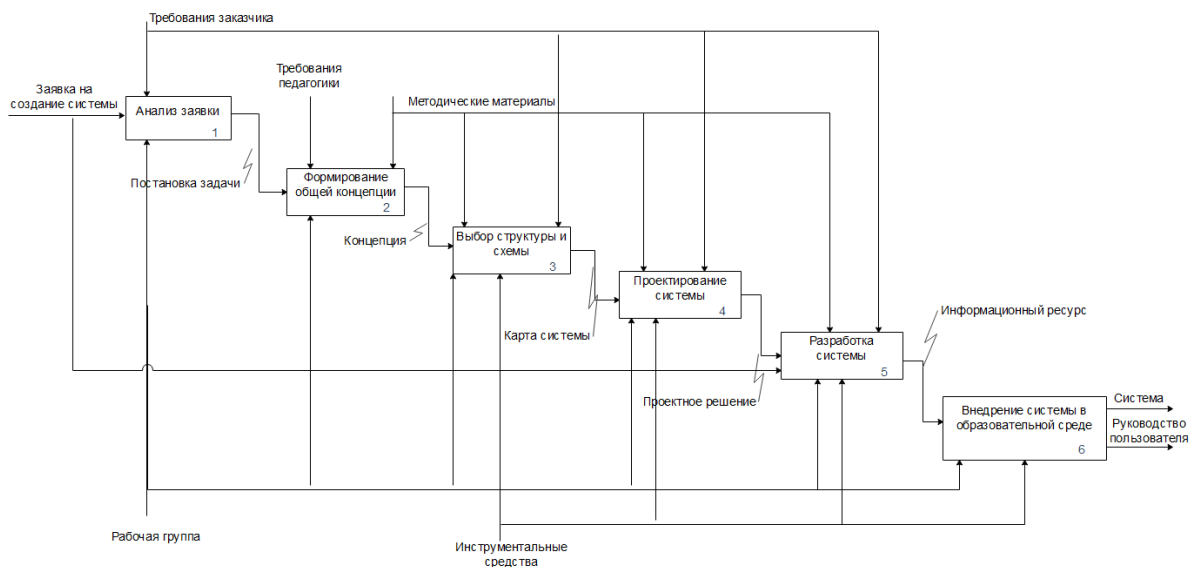


Рисунок 3. Диаграмма декомпозиции IDEF0

Процесс «Разработки системы» можно декомпозировать еще на 4 блока: «Выбор стилового оформления», «Разработка интерактивного интерфейса», «Разработка таблицы стилей», «Написание HTML-кода и скриптов» (рисунок 4).

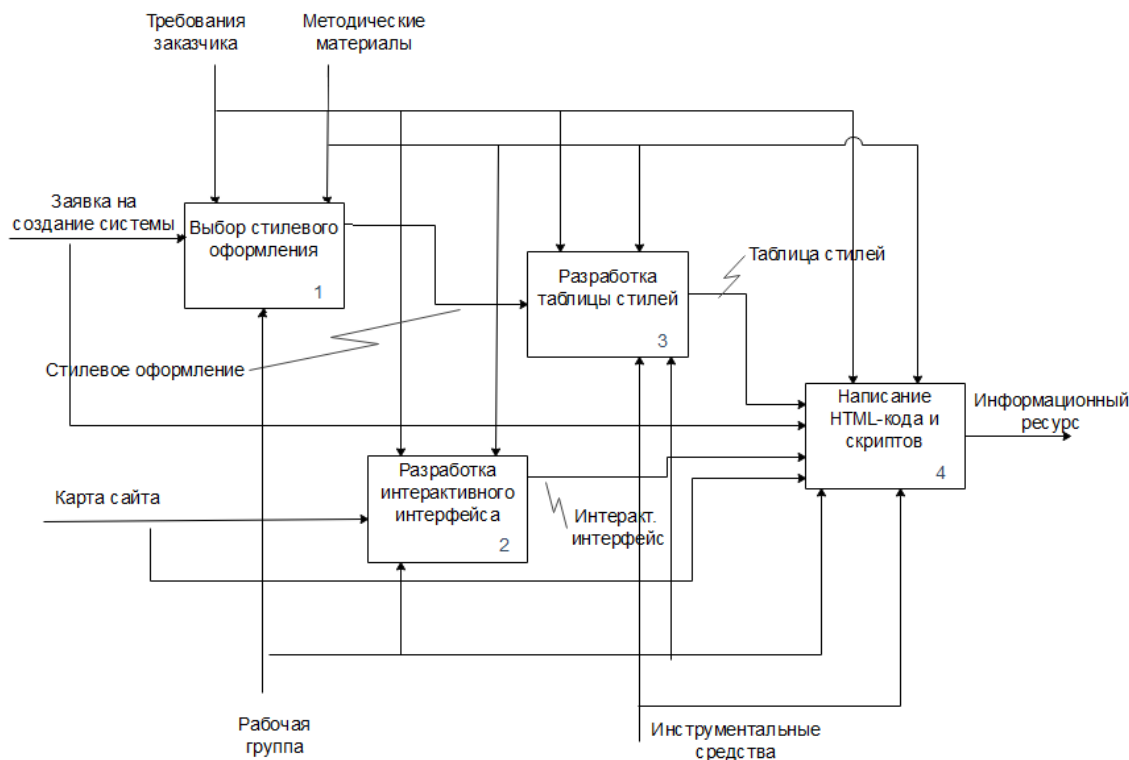


Рисунок 4. Диаграмма декомпозиции IDEF0. Разработка системы

Выводы

Разработка и внедрение графической дидактической системы в учебно-воспитательный процесс кафедры физвоспитания УГНТУ позволит более эффективно развивать соответствующие компетенции студентов и существенно повысить уровень их общефизической подготовки, как основного показателя физического здоровья в целом.

Литература

1. 3d моделирование и визуализация [Электронный ресурс]. – URL.: <https://clck.ru/PTEqv> (Дата обращения 11.03.2020).
2. Хокинг Джозеф. Unity в действии. Мультиплатформенная разработка на C#. 2-ое межд. Изд. – СПб.: Питер. – 2019 – 352 с.
3. 3d моделирование [Электронный ресурс]. – URL: <https://clck.ru/PVbUP/> (Дата обращения 11.03.2020)
4. Галин Д.И., Сайфуллина А.Р., Дмитриев В.Г., Красулина Н.А., Применение цифровых технологий в процессе физического воспитания студентов. Материалы VIII международной научно-методической конференции «Физическая культура и спорт в системе высшего и среднего профессионального образования». Уфа. Изд-во УГНТУ. 2020. С. 95-99.
5. Галин Д.И., Сайфуллина А.Р., Дмитриев В.Г., Красулина Н.А., Использование информационных технологий для визуализации техники выполнения физических упражнений при подготовке студентов к сдаче нормативов ГТО. Материалы

VIII международной научно-методической конференции «Физическая культура и спорт в системе высшего и среднего профессионального образования». Уфа. Изд-во УГНТУ. 2020. С. 95-99.

6. Сайфуллина А.Р., Галин Д.И., Дмитриев В.Г., Красулина Н.А., Графические технологии в подготовке студентов-спортсменов. Материалы IX международной научно-методической конференции «Спорт высших достижений: интеграция науки и практики», Посвященной XXXII летним Олимпийским играм в г. Токио. Уфа. Изд-во УГНТУ. 2020. С. 56-59.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ, ОБРАЗОВАНИИ И ПРОИЗВОДСТВЕ

УДК 004.4

ХРАНЕНИЕ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ НА КАРТЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МАГНИТНОГО ПОЛЯ, СОЗДАВАЕМОГО ВОЗДУШНЫМИ ЛИНИЯМИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ НА СЕЛИТЕБНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

STORAGE AND VISUALIZATION ON THE MAP OF INDICATORS OF A MAGNETIC FIELD CREATED BY AIR ELECTRIC TRANSMISSION LINES IN RESIDENTIAL AREAS

Имамов Ф.Н., Вахтеров А.Р., Фаридонов А.И.,
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет»,
г. Уфа, Российская Федерация

F.N. Imamov, A.R. Vakhterov, A.I. Faridonov,
FSBEI HE “Ufa state aviation technological university”,
Ufa, Russian Federation

e-mail: office@ugatu.su

Аннотация. В статье рассмотрен способ хранения и отображения параметров магнитного поля, создаваемого воздушными линиями электропередач на селитебных территориях с помощью компьютера на операционной системе Windows 10. Также будут рассмотрены программные аспекты, касающиеся разработки приложения, а именно: создание и использование своей базы данных в свободной объектно-реляционной системе управления базами данных PostgreSQL для хранения данных о полученных показателях магнитного поля, создаваемого воздушными линиями электропередач на территории селитебных территорий, со смартфонов с помощью заранее разработанного специального приложения на Android, которое будет использовать встроенный в смартфон магнитометр для получения показателей магнитного поля. В статье также будет рассмотрен алгоритм обработки полученных данных, состоящий из таких операций, как: отсеивания ненужных частот магнитного поля на измеренных территориях с помощью использования быстрого преобразования Фурье, а затем ограничения полученных значений, согласно правилу 3 сигм, и отсеивания значений, не попадающих под закон распределения, с помощью фильтра верхних частот Баттерворта. После описания алгоритма обработки данных, в статье будет объяснен принцип, по которому будут визуализироваться изолинии на карте.

Abstract. The article discusses a method for storing and displaying the magnetic field parameters created by overhead power lines in residential areas using a computer running Windows 10. The software aspects related to application development will also be considered, namely: creating and using own database in a free object PostgreSQL relational database management system for storing data on the obtained magnetic field generated by overhead power lines in the residential territories with smartphones using pre-designed special

application on Android, which will use the built-in magnetometer for smartphone performance of the magnetic field. The article will also consider an algorithm for processing the obtained data, consisting of operations such as: sifting out unnecessary magnetic field frequencies in the measured territories using the fast Fourier transform, and then limiting the obtained values, according to rule 3 sigma, and sifting out values that do not fall under distribution law using a Butterworth high-pass filter. After describing the data processing algorithm, the article will explain the principle by which contours on the map will be visualized.

Ключевые слова: магнитное поле, воздушные линии электропередач, магнитометр, быстрое преобразование Фурье, изолинии, селитебные территории.

Keywords: a magnetic field, air electric transmission lines. magnetometer, fast Fourier transform, contours, residential areas.

Согласно исследованиям в области здравоохранения, основным фактором влияния систем электропередач на человека является создаваемое этими системами электромагнитное поле промышленной частоты (50 гц, ЭМП ПЧ). Его источниками могут быть как источники электрического тока, так и его потребители, а именно: высоковольтные подстанции, воздушные линии электропередач, транспорт, использующий высоковольтный ток, бытовая техника и другие электрические устройства.

В настоящее время существует ряд нормативов, регулирующих показатели характеристик электромагнитного поля, принятых в целях уменьшения воздействия ЭМП ПЧ на человека.

Недавно благодаря исследованиям международного агентства по исследованию рака (МАИР), была выявлена связь между постоянным воздействием ЭМП ПЧ на человека и онкологическими заболеваниями (0.3-0.4 мкТл). Впоследствии всемирная организация здравоохранения подтвердила эту информацию и ввела свои рекомендации.

В Российской Федерации также был введен предельно допустимый уровень (согласно нормативу СанПиН), который составляет 5 мкТл в помещениях и 10 мкТл на селитебных территориях (что превышает в 17 раз рекомендации ВОЗ и МАИР).

При нынешнем росте числа селитебных территорий, жилые дома все чаще оказываются вблизи мощных источников ЭМП ПЧ, и задача измерения и анализа характеристик магнитного поля становится более актуальной, чем ранее.

А для анализа таких пространственно распределенных данных, как показатели магнитного поля, создаваемого воздушными линиями электропередач на селитебных территориях, логично создать специальную геоинформационную систему в виде web-приложения, в котором будут отображаться полученные и обработанные данные более наглядно, чем при обычном представлении данных.

Отображать данные магнитного поля можно следующими методами: методом послойной окраски или методом отображения изолиний.

Метод послойной окраски использовать в нашем случае будет крайне неудобно так как закрашивание исследуемых территорий приведёт к снижению наглядности нашей карты, ведь нам важно видеть объекты, расположенные вблизи измерений так, как возможно именно они влияют на показатели магнитного поля.

Наиболее наглядным и удобным вариантом представления данных магнитного поля, как мы думаем, будет представление их в виде изолиний на карте, с возможностью переключения временных интервалов. Также можно дополнительно использовать метод светотеневой пластики, однако, учитывая неточность устройств, с которых мы будем получать данные магнитного поля, а также ограниченность территории измерений,

данный метод может привести к большим неточностям на карте. Поэтому необходимо разработать web-приложение, которое будет отображать в виде изолиний на карте заранее обработанные на сервере данные, которые будут получены с магнитометров на смартфонах с помощью установленного на них Android-приложения.

Сервер будет написан на Java, так как и само Android-приложение, также написано на Java, и будет принимать данные от приложения и действовать следующим образом: если встроенный в смартфон магнитометр удовлетворяет необходимым условиям, то данные с его показателями сохраняются в нашу базу данных, в обратных случаях на смартфон будет отправляться уведомление о том, что данный смартфон не подходит для выполнения измерений по причине несоответствия встроенного магнитометра необходимым условиям.

Также необходимо предусмотреть случаи, когда невозможно будет отправить через интернет полученные данные, поэтому будет создана возможность импорта данных напрямую с устройства через usb-кабель.

База данных будет создана в свободной объектно-реляционной системе управления базами данных PostgreSQL. В ней будут храниться данные двух видов: до обработки и после.

В первом случае мы будем хранить следующие данные: координаты места измерения, время измерения, значения магнитной индукции, данные об устройстве, с которого были проведены измерения.

Во втором случае мы будем хранить только координаты места измерения и значения магнитной индукции, но уже обработанные.

Время измерений мы не будем учитывать при построении изолиний только на начальных этапах, так, как иначе нам не будет хватать данных для построения изолиний на всей исследуемой территории. Однако позже можно будет добавить возможность отображения различных изолиний магнитной индукции в зависимости от выбранного времени.

Хранение данных в двух видах также позволит, в случае необходимости перерасчета или использования нового алгоритма обработки, приступить к обработке так, как у нас уже будут собранные данные.

Алгоритм обработки будет следующим: сначала строим гистограмму по полученным данным, затем применяем на ней правило 3 сигм и другие приёмы статистики, после если есть пропуски, используя линейную интерполяцию восстанавливаем их, потом применяем на данных быстрое преобразование Фурье, следом используем фильтр верхних частот Баттерворта и вслед за этим применяем на данных уже обратное преобразование Фурье.

Для построения гистограммы будем использовать следующие библиотеки для Python: Matplotlib, NumPy, Pandas и Seaborn.

На построенной гистограмме будем применять правило 3 сигм – правило, утверждающее, что вероятность того, что случайная величина отклонится от своего математического ожидания более чем на три среднеквадратических отклонения, практически равна нулю.

Для подсчёта среднеквадратического отклонения будем использовать следующую формулу:

$$\sigma = \sqrt{D[B]},$$

где σ – среднеквадратичное отклонение,

B – магнитная индукция,

$D[B]$ – дисперсия магнитной индукции.

Таким образом мы отбросим практически невозможные значения магнитной индукции. В процессе построения гистограммы мы можем получить пропуски в значениях, по причине не проведения измерений на какой-либо территории или в какое-либо время. Если продолжить обрабатывать данные невзирая на пропуски, то в конечном счёте мы можем получить неправильные данные и прийти к ошибочным выводам. Чтобы решить данную проблему нужно подставить значения магнитной индукции в пропуски, для этого используем линейную интерполяцию, то есть соединим прямой линией точки граничащие с пропуском, тем самым на месте пропуска появится новое значение.

Далее, чтобы выделить нужную нам ПЧ ЭМП, а именно 50 герц, мы воспользуемся быстрым преобразованием Фурье (БПФ, FFT). БПФ – алгоритм ускоренного вычисления дискретного преобразования Фурье, позволяющий получить результат за время, меньшее чем $O(N^2)$. Физический смысл дискретного преобразования Фурье состоит в том, чтобы представить некоторый дискретный сигнал в виде суммы гармоник. Параметры каждой гармоники вычисляются прямым преобразованием, а сумма гармоник – обратным. В библиотеке Python Numpy есть реализация данного преобразования в виде функции, её мы и будем использовать.

Затем на гистограмме мы можем увидеть неестественные «пики» там, где их не должно быть, чтобы избавиться от них мы будем использовать фильтр верхних частот Баттерворта. Тем самым мы уберем значения более низких частот, что и изменит внешний вид гистограммы, убрав те самые «пики». Реализация фильтра верхних частот Баттерворта есть в библиотеке Python Scipy. В библиотеке Python Scipy есть реализация данного фильтра в виде функции, её мы и будем использовать. После этого мы воспользуемся обратным преобразованием Фурье, чтобы вернуться обратно во временную область сигнала, но уже только с нужным частотным спектром гармоник. Его реализация также есть в библиотеке Python Numpy.

Само приложение будет разрабатываться под web, и должно работать следующим образом: должен быть сервер, который должен принимать данные с Android-приложений и сохранять их в базе данных, затем будет осуществляться обработка полученных данных согласно нашему алгоритму, тем самым будет оставаться лишь данные нужной ПЧ ЭМП, обработанные данные будут сохраняться в базе данных и уже после отображаться на карте в виде изолиний. Отображение изолиний будет реализовано на JavaScript.

Выводы

Было спроектировано и спланировано web-приложение для визуализации в виде изолиний показателей магнитного поля, создаваемого воздушными линиями электропередач на селитебных территориях, которое позволит, за счет своей наглядности, анализировать большой объем данных. Также были описаны работа сервера и базы данных, которые вместе позволяют хранить и обрабатывать данные, принимаемые со смартфонов с заранее установленным Android-приложением, которое будет получать данные с магнитометров, встроенных в смартфоны, и алгоритм обработки данных, получаемых с Android-приложений.

Литература

1. Прокофьева А.С., Григорьев О.А. Магнитное поле воздушных линий электропередач в Московском регионе: обобщенные результаты измерений и их оценка // Гигиена. – 2014. – С. 761-765.
2. Малозёмов В.Н., Просеков О.В. О быстром преобразовании Фурье малых порядков // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 1. Математика. Механика. Астрономия – 2003. – №1. – С. 36-45.

3. Стурман В.И. Картографирование электромагнитных полей промышленного диапазона частот в городе Белгороде // Научные ведомости. – 2017. – №18. – С. 183-191.
4. Гошин М.Е., Банин И.М. Оценка суммарной реальной нагрузки электромагнитных полей промышленной частоты 50 Гц от различных источников в местах наиболее длительного пребывания человека // Безопасность здоровья человека. – 2017. – №2. – С. 12-26.
5. Губернский Ю.Д., Гошин М.Е., Банин И.М. Оценка уровней воздействия электромагнитных полей промышленной частоты от различных источников в условиях жилой и офисной среды // Hygiene and sanitation. – 2017. – №96. – С. 1045-1048.
6. Воробьев А.В., Воробьева Г.Р. Веб-ориентированная 2D/3D-визуализация параметров геомагнитного поля и его вариаций // Научная визуализация. 2017. Т. 9, № 2. С. 94-101.
7. Воробьев А.В., Воробьева Г.Р. Подход к оценке относительной информационной эффективности магнитных обсерваторий сети INTERMAGNET / А.В. Воробьев, Г.Р. Воробьева // Геомагнетизм и Аэрономия. Т. 58 № 5. С. 648-652. 2018.
8. Воробьев А.В., Воробьева Г.Р. Корреляционный анализ геомагнитных данных, синхронно регистрируемых магнитными обсерваториями INTERMAGNET // Геомагнетизм и аэрономия. Т. 58, № 2, С. 187-193. 2018.
9. Воробьев, А.В. Геоинформационная система для амплитудно-частотного анализа данных наблюдения геомагнитных вариаций и космической погоды / А.В. Воробьев, Г.Р. Воробьева // Компьютерная оптика. – 2017. – Т. 41, в. 6. – С. 963-972 (doi: 10.18287/2412-6179-2017-41-6-963-972).
10. Воробьев, А.В. Статистические взаимосвязи вариаций геомагнитного поля, аврорального электроджета и геоиндуцированных токов / А.В. Воробьев, В.А. Пилипенко, Я.А. Сахаров, В.Н. Селиванов // Солнечно- земная физика. – 2019. – Т.5, №1. – С. 48-58 (doi: 10.12737/szf-51201905).

УДК 004.421

**ИЗМЕРЕНИЕ И ОБРАБОТКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛИ
ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КРИТИЧЕСКИХ ЗОН**

**MEASUREMENT AND PROCESSING
OF THE EARTH'S PERMANENT MAGNETIC FIELD
TO DETERMINE CRITICAL ZONES**

Фаридонов А.И., Вахтеров А.Р., Имамов Ф.Н.,
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет»,
г. Уфа, Российская Федерация

A.I. Faridonov, A.R. Vakhterov, F.N. Imamov,
FSBEI HE “Ufa state aviation technological university”,
Ufa, Russian Federation

e-mail: office@ugatu.su

Аннотация. В статье рассмотрен подход измерения и обработки параметров постоянного магнитного поля Земли с целью определения зон с отклонениями

показателей от установленных норм. Данный подход базируется на геоинформационной системе, которая осуществляет сбор параметров геомагнитного поля с помощью приложения, установленного на смартфоне операционной системы Android, а в дальнейшем визуализирует их на географической карте и хранит данные на сервере. Также рассмотрены технические и программные особенности, влияющие на разработку приложения, такие как: определение наличие в смартфоне геомагнитного датчика и их количество; предварительная калибровка геомагнитного датчика при необходимости; пара замеров показателей магнитного поля на расстоянии не более полтора метра и их хранение в памяти смартфона; определение местоположения; подключение и отправка показателей на сервер для дальнейшей обработки и визуализации. Планируемый жизненный цикл приложения. Приведена краткая информация о геомагнитном датчике на смартфоне и определены параметры, получаемые в ходе измерения геомагнитного поля. Рассмотрены возможные способы визуализации при помощи программных продуктов для работы с пространственными данными, методы оформления карт и приведены примеры. Определены возможные причины возникновения критических зон, размеры отклонения параметров постоянного геомагнитного поля от нормы и их воздействие на живые организмы, растительный мир и на человека. Рассмотрены возможности данной геоинформационной системы.

Abstract. The article considers an approach to measuring and processing the parameters of The earth's permanent magnetic field in order to determine zones with deviations from the established norms. This approach is based on a geo-information system that collects geomagnetic field parameters using an application installed on an Android smartphone, and then visualizes them on a geographical map and stores the data on a server. Also discussed are the technical and programmatic features that affect application development, such as: determining the presence of the geomagnetic sensor and their number; the preliminary calibration of the geomagnetic sensor when necessary; a couple of metrics of the magnetic field at a distance of not more than five feet and storing them in memory; determining location; connecting and sending data to the server for further processing and visualization. The planned life cycle of the application. Brief information about the geomagnetic sensor on the smartphone is provided and parameters obtained during the measurement of the geomagnetic field are determined. Possible methods of visualization using software for working with spatial data, methods of map design are considered, and examples are given. The possible causes of critical zones, the size of the deviation of the parameters of the constant geomagnetic field from the norm and their impact on living organisms, the plant world and on humans are determined. The possibilities of this geoinformation system are considered.

Ключевые слова: геомагнитное поле, параметры геомагнитного поля, геомагнитный датчик, приложение, геоинформационная система, критические зоны.

Keywords: geomagnetic field, geomagnetic field parameters, geomagnetic sensor, app, geo-information system, critical zones.

Постоянное магнитное поле Земли обусловлено действием магнетизма постоянных источников (жидкое внешнее ядро) и испытывает лишь медленные вековые изменения. Вклад главного геомагнитного поля составляет 95%, дальше идет аномальное поле около 3% и последнее внешнее связанное с солнечно-земными взаимодействиями, – менее 1%.

Доказано многими учёными разных стран, что геомагнитное поле влияет на живые организмы, растительный мир и на человека.

При усилении магнитного поля Земли на 20% качество урожая, выращиваемой зеленой массы приводит к повышению проницаемости клеточных мембран, к повышению эффективности обменных процессов, более интенсивно впитываются нужные питательные вещества и микроэлементы. Исследования показали, что при увеличении магнитного потока Земли на 20% приводит к улучшению здоровья животных: лучше идет усвоение корма, рост живой массы и устойчивость против вирусов и бактерий.

Так как магнитное поле является разновидностью физической материи, осуществляющей связь и взаимодействие между электрически заряженными частицами. То есть оказывает воздействие на течение обменных процессов в крови, лимфы и предположительно на жидкокристаллические структуры воды, белков, полипептидов и других соединений.

Человек в ходе своей эволюции как вида испытывал воздействие геомагнитного поля, что закрепилось в жизнедеятельности организма. Таким образом сильное отклонение воздействия от нормального геомагнитного поля приводит к неблагоприятным изменениям в состоянии здоровья человека, в существовании живых организмов и растительного мира.

В современном мире человека окружают различные технические устройства (телевидение, мобильные радиосистемы, телекоммуникации, радиосети, системы связи пожарных служб и полиции, военные системы связи, радиолобительские передатчики, спутниковые системы связи, радары ПВО и т.п.), которые вырабатывают свои электромагнитные поля и накладываются друг на друга. Влияние магнитного поля на человеческий организм часто сопровождается проблемами со здоровьем человека касаемое его биологических ритмов, функциональными изменениями нервной, сердечно-сосудистой систем и мозговой деятельности. Так согласно гигиеническому нормативу (Сан ПиН 2.1.8/2.2.4.2489-09), допустимый уровень ослабления геомагнитного поля по сравнению с его интенсивностью в открытом пространстве, не должен быть более чем в 2 раза.

Оценка и нормирование уровня ослабления геомагнитного поля производится на основании определения его интенсивности внутри помещения, объекта, транспортного средства и в открытом пространстве на территории, прилегающей к месту его расположения, с последующим расчетом коэффициента ослабления геомагнитного поля. Интенсивность геомагнитного поля оценивают в единицах напряженности магнитного поля (Н) в А/м или в единицах магнитной индукции (В) в Тл (мкТл, нТл), которые связаны между собой следующим соотношением:

$$H = B/\mu_0,$$

где $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м – магнитная постоянная.

С другой стороны, в природе встречаются территории с высоким значением напряженности геомагнитного поля, что может свидетельствовать о нахождении в данном районе магнитных возбудителей таких как: полезные ископаемые, горные породы, источники питьевой воды, археологические объекты, подземные трещины. Решением проблемы дефицита интенсивности геомагнитного поля является экранирование сооружений, объектов.

Такие экранированные помещения имеют место:

1. в радиотехнической, радиоэлектронной, авиационной отраслях;
2. в объектах радиосвязи и радиолокации;
3. в сооружениях, находящихся под землей – хранилища, шахты, метро;

4. в водных, воздушных, в наземных образцах транспорта и военной техники и др.

Наиболее подходящим способом визуализации пространственных данных следует рассматривать такие программные продукты как Cesium (рисунок 1), ArcGIS (рисунок 2). Основой разрабатываемого приложения планируется использование средств библиотеки ГИС Cesium для работы с трехмерной моделью земного шара на JavaScript.

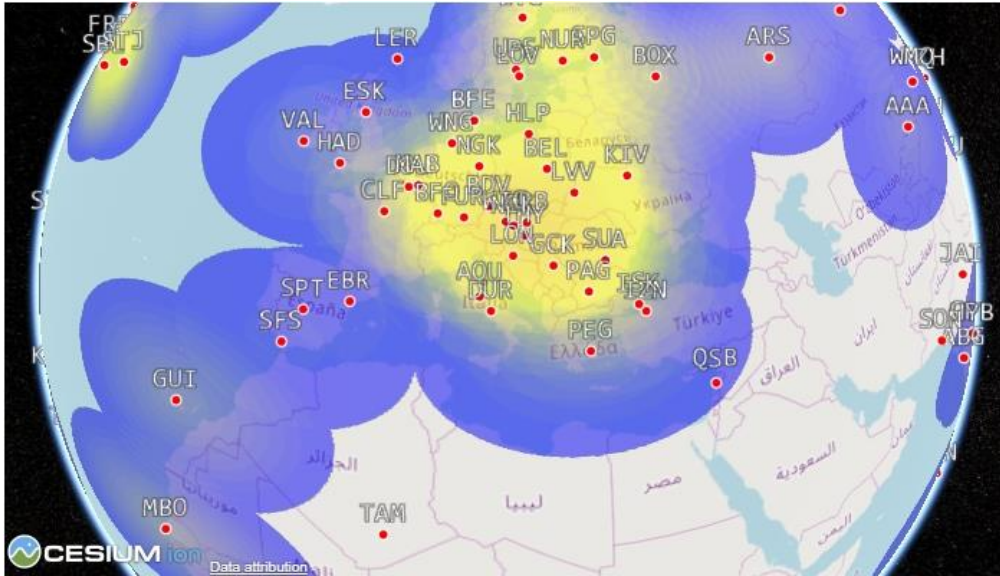


Рисунок 1. Пример визуализации параметров магнитного поля Земли на Cesium

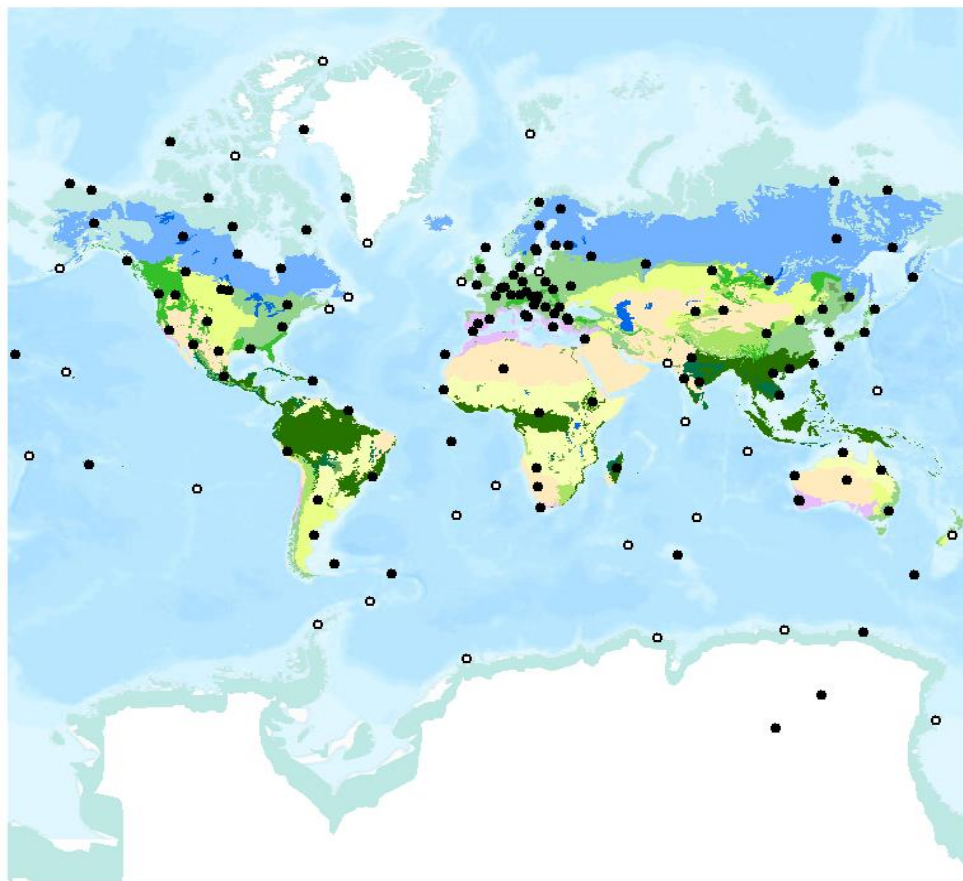


Рисунок 2. Пример визуализации пространственных данных на ArcGIS

Основное оформление карт будут осуществляться средствами программного продукта (символы заполнения, значок с надписью, цвета, условные обозначения и другие).

Данные для визуализации будут храниться на сервере, а получать их с мобильного устройства на основе операционной системы Android через приложение.

Анализ карты даст возможность определять зоны с отклонениями геомагнитного поля, что в свою очередь поможет в исследовании причин и возможных способов решения проблемы.

Планируемый жизненный цикл приложения будет иметь вид:

1. Анализ поставленных задач, включающие в себя следующие требования: разрабатываемое приложению должно работать на операционной системе Android следующим образом: после установки приложение проверяет наличие геомагнитного датчика в смартфоне и необходимость проведения калибровки; в случае необходимости проведения калибровки геомагнитного датчика приводится инструкция для самостоятельного проведения этого процесса пользователем; следующим шагом будет инструкция подготовки к замеру параметров геомагнитного поля, в ней будет описано как расположить смартфоны; измерение показателей геомагнитного поля; определение местоположения; подключение к серверу и отправка данных; информирование пользователя об ошибках при определении местоположения, измерения показателей, подключения к серверу, передаче данных и приведение рекомендаций для устранения данных проблем; информирование пользователя об успешной отправке данных на сервер.

2. Проектирование алгоритмов программ, определение их структуры; проектирование инструкций необходимые при калибровки геомагнитного датчика; проектирование инструкции при решении возникших ошибок при определении местоположения, измерения показателей, подключения к серверу и иных возможных проблем.

3. Кодирование программ в интегрированной среде разработки (Integrated Development Environment – IDE) на базе языка программирования C#. Компиляции и компоновка программ в пределах единого пользовательского интерфейса, с использованием средств отладки, облегчающие обнаружение ошибок и устранение проблем. Выпуск демонстративной версии приложения.

4. Внедрение приложения в широкое использование при помощи открытых платформ (Google Play) с описанием целей и задач приложения, а также её возможности. Краткое описание рабочего интерфейса.

5. Сбор информации о возникающих ошибках в приложении в различных процессах работы. Доработка приложения путем анализа возникающей(-их) ошибки(-ок) и повторного проектирования алгоритмов, кодирования программ с последующим тестированием. Выпуск обновленной версии в широкое использование.

Геомагнитный датчик – датчик способный реагировать на магнитное поле земли, с его помощью можно определить стороны света, поэтому его ещё используют как электронный компас.

Геомагнитный датчик может определить местоположение без модуля GPS, но не без подключения к сотовой связи и интернету.

Датчик измеряет магнитное поле по направлениям осей X, Y, Z и определяет его напряженность в нанотесла (нТ).

Отправляемые на сервер данные, будут содержать:

- информацию о местоположении,
- напряженность геомагнитного поля,
- информацию о пользователе или mac-адрес девайса.

Эта информация будет обрабатываться для уменьшения возможных погрешностей, возникающих при замерах геомагнитного поля.

Будет высчитываться среднее значение напряженности и пресекаться возможные скачки в значениях.

Данная геоинформационная система даст возможность мониторить магнитные параметры окружающей среды, что в результате поможет исследовать эти значения в области медицины, геологии, сейсмологии и других областях, где требуются показатели постоянного магнитного поля Земли.

Выводы

Была спроектирована и спланирована геоинформационная система для измерения и обработки показателей геомагнитного поля создаваемого естественными или искусственными источниками, которая позволит, за счет своей доступности в использовании, собирать большой объем данных.

Литература

1. Прокофьева А.С., Григорьев О.А. Магнитное поле воздушных линий электропередач в Московском регионе: обобщенные результаты измерений и их оценка // Гигиена. – 2014. – С. 761-765.
2. Стурман В.И. Картографирование электромагнитных полей промышленного диапазона частот в городе Петрозаводске // Принципы экологии. – 2017. – С. 73-76.
3. Рубцова Н.Б., Токарский А.Ю., Лазаренко Н.В., Самусенко Т.Г. Методические принципы гигиенической оценки электромагнитных полей промышленной частоты на рабочих местах персонала электросетевых объектов и их реализация // Acta Biomedica Scientifica. – 2006. – №3. – С. 7-12.
4. Стурман В.И. Картографирование электромагнитных полей промышленного диапазона частот в городе Белгороде // Научные ведомости. – 2017. – №18. – С. 183-191.
5. Гошин М.Е., Банин И.М. Оценка суммарной реальной нагрузки электромагнитных полей промышленной частоты 50 Гц от различных источников в местах наиболее длительного пребывания человека // Безопасность здоровья человека. – 2017. – №2. – С. 12-26.
6. Губернский Ю.Д., Гошин М.Е., Банин И.М. Оценка уровней воздействия электромагнитных полей промышленной частоты от различных источников в условиях жилой и офисной среды // Hygiene and sanitation. – 2017. – №96. – С. 1045-1048.
7. Каразян Н.Н., Зависимость инфарктов миокарда от активности магнитного поля Земли // Кровообращение, 1981, XIV, № 1, с. 19-21.
8. Воробьев А.В., Воробьева Г.Р. Веб-ориентированная 2D/3D-визуализация параметров геомагнитного поля и его вариаций // Научная визуализация. 2017. т. 9, № 2. с. 94-101.
9. Воробьев А.В., Воробьева Г.Р. Корреляционный анализ геомагнитных данных, синхронно регистрируемых магнитными обсерваториями INTERMAGNET // Геомагнетизм и аэрономия. Т. 58, № 2, С. 187-193. 2018.
10. СанПиН 2.2.4.1191-03 Электромагнитные поля в производственных условиях // Минздрав России, Москва – 2003.

УДК 004:681.518

**ТЕХНОЛОГИИ МАССОВЫХ ОНЛАЙН КУРСОВ
В УСЛОВИЯХ СЛОЖНОЙ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ**

**TECHNOLOGIES OF MASSIVE ONLINE COURSES
IN HARD EPIDEMIOLOGICAL SITUATION**

Журавлев А.Е.,
ГБОУ ВО «ГУМРФ им. адмирала С.О. Макарова»,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

A.E. Zhuravlev,
“Admiral Makarov SUMIS”,
Saint-Petersburg, Russian Federation

e-mail: zhuravlevae@gumrf.ru

Аннотация. В работе рассмотрены основные особенности современного подхода к образовательному процессу с точки зрения автоматизации его базовых компонентов. Расставлены акценты в вопросах мотивации слушателей дистанционных электронных учебных курсов и сформулированы важнейшие аспекты эффективных мотиваторов. Рассмотрены особенности организации дистанционных учебных курсов в условиях сложной эпидемиологической обстановки. Подробно рассмотрен механизм подготовки программ профессиональной переподготовки, разработанных для специалистов и руководителей среднего звена, которые хотят систематизировать имеющиеся знания или познакомиться с ключевыми аспектами новой для себя сферы управленческой деятельности. Описан процесс обучения, проходящего в онлайн-формате с использованием реальных примеров из практики крупнейших российских и международных компаний, переложенных на цифровые рельсы современных информационных систем дистанционного обучения. В том числе, рассмотрено освоение целого набора современных актуальных профессиональных и общепрофессиональных компетенций в самых различных сферах деятельности и получение продвинутого набора инструментов повышения эффективности, которые имеет возможность сразу же внедрить в рабочий процесс, что особенно ценно в сложившихся условиях самоизоляции и карантина действующей в условиях текущей сложной эпидемиологической обстановки.

Abstract. This paper discusses the main features of the educational process modern approach from basic components automation point of view. Emphases in matters for students motivation in distant e-learning courses and defines effective motivators most important aspects. The features of organizing distant e-learning courses in a hard epidemiological situation are considered. The mechanism of preparation of professional retraining programs developed for specialists and middle managers who want to systematize existing knowledge or be acquainted with the key aspects of a new sphere of management activity considered in detail. The article describes the process of training in an online format using real examples from the practice of the largest national and international companies, transferred to the digital rails of modern distance e-learning information systems. It's considered the development of modern relevant professional and general professional competencies in a variety of activity fields and obtaining an advanced set of tools for improving efficiency, which can be immediately

implemented in the workflow, especially valuable in the current conditions of self-isolation and quarantine, in the current hard epidemiological situation.

Ключевые слова: информационная система, мотивация, электронное обучение, массовые технологии, дистанционное обучение.

Keywords: information system, motivation, e-learning, massive technologies, distant education.

Обилие информационных систем (ИС), так или иначе связанных с процессом профессиональной подготовки специалистов самых различных направлений с одной стороны, и современные тенденции в развитии компетентного подхода к образованию в рамках актуальных ФГОС 3++ с другой, ставят перед учебными заведениями и организациями вопросы выбора и адаптации опорных информационных комплексов. И сделать адекватный выбор в пользу того или иного продукта становится все сложнее.

Основным критерием в таком случае становится самый широкий спектр различных аспектов, начиная от вопросов политики данной организации и заканчивая эргономичностью отдельных элементов ИС. И если нюансы политической обстановки вокруг объекта автоматизации никак не относятся к сфере информационных технологий, то большинство прочих нюансов выбора обучающей и аттестующей ИС вполне в эту сферу укладываются.

Несомненно, одной из важнейших проблем успешности обучающей ИС является мотивирующий фактор. Так, ИС, не способные обеспечить достаточный уровень мотивации своей целевой аудитории, остаются уделом «обязательной» аттестационной программы учебных заведений и используются просто от отсутствия альтернативы (или в случае, когда альтернатива еще хуже).

Говоря о системе массовых онлайн курсов (МООС) следует также помимо их добровольности отметить и их сверхузкую специализированность, зачастую дополнительно подкрепленную соответствующей коммерческой организацией. Так, например, часто на базе действующих учебных заведений и их дисциплин преподаются сформированные фирмой «1С» учебные курсы, что позволяет успешным слушателям достаточно просто получить соответствующий сертификат. То же самое, но по понятным причинам в несколько меньшей степени, можно сказать и о курсах таких гигантов как «Microsoft», «Cisco», «Oracle» и др.

Чем же обеспечить необходимую мотивацию пользователей? Чтобы адекватно ответить на этот вопрос, следует абстрагироваться от специализации рассматриваемой ИС и обратиться к мировому опыту. Не вызывает сомнений тот факт, что наиболее популярными программными продуктами были и остаются компьютерные игры. Причем, именно та их часть, которая характеризуется жанром массовых многопользовательских проектов (ММО). Многомиллионная активная аудитория и миллиардные обороты являются абсолютным доказательством истинности изложенных тезисов. И все это исключительно добровольно, механизмы принуждения в данной сфере неприменимы, и как показывает практика, совершенно не востребованы.

В целом, элементами успешности можно считать проработанный или даже имеющий мировую известность мир, воплощенный в интерактивной среде, а также сюжет, графику, звук и прочие особенности мультимедиа, присущие именно игровым проектам и мало востребованные в профессиональной учебно-аттестационной ИС. Сообщество в рамках обсуждаемой проблемы формируется заметно проще средствами самой учебной организации благодаря обширным имеющимся ресурсам необходимого

типа. Основным же фактором остается та самая система мотивации, «заставляющая» людей абсолютно добровольно тратить свое личное время, финансы и прочие, зачастую невозполнимые, ресурсы.

Наиболее популярным способом мотивации является рейтинговая система, доказавшая свою востребованность во множестве сфер человеческой деятельности от личной и до государственной. Рейтинги являются неотъемлемой частью нашей жизни. Работа, учеба, технологии, культура, спорт, финансы... и даже жизнь и война непосредственно завязаны на ту или иную рейтинговую таблицу. Для многих людей, систем и организаций стало самоцелью достижение определенного рейтингового положения. Обобщая, можно считать, что и уровни образования, и организационные должности, и армейские или ученые звания являются локальными рейтинговыми системами.

Одной из важнейших проблем успешности обучающей информационной системы (ИС) массовых онлайн курсов (МООС) является мотивирующий фактор. Так, ИС, не способные обеспечить достаточный уровень мотивации своей целевой аудитории, остаются уделом «обязательной» аттестационной программы учебных заведений.

Условно можно выделить 4 основных компонента успеха ММО.

1. Увлекательность: использование известных по истории, литературе, искусству, телевидению и другим источникам персоналий, сюжетов, обстановки и прочих элементов, или же детально проработанных профессионалами авторских произведений.

2. Мультимедиа: использование аудиовизуальных программно-аппаратных технологических достижений, в том числе и актуальных технологий виртуальной реальности.

3. Рейтинг: система, дающая пользователям принципиальную возможность демонстрации собственных достижений в совершенно любой форме.

4. Сообщество: необходимый и неотъемлемый элемент современного проекта, развивающий его и определяемый самим его названием, т.е. массовостью аудитории.

Выводы

Говоря о рассматриваемой ИС в целом, с точки зрения комплексной АИСС информационной экосистемы образовательной организации следует признать не только ее актуальность, но и истинную незаменимость. Так, например, она позволяет реализовать адекватную реалиям систему поощрений сотрудников и слушателей, не прибегая к каким-либо существенным материальным затратам. Реальная же ценность ИС выражается в возросшем на два порядка количестве активных пользователей обучающей электронной ИС в течении одного учебного года и на 63% возросшем рейтинге успешности освоения учебных программ по результатам промежуточной аттестации.

В перспективе, демонстрируемый рост показателей успешности образовательной организации самым благоприятным образом скажется на всей сфере ее деятельности. Также, несомненную актуальность данная система приобретает в условиях сложившейся сложной эпидемиологической обстановки, давая возможность образовательным организациям полностью перестроить процесс обучения в соответствии с имеющимися распоряжениями федерального и муниципального уровней.

Литература

1. Журавлев А.Е. Разработка и внедрение интегрируемой программно-аппаратной системы тренинга и аттестации на примере транспортного ВУЗа / Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. – СПб.: ГУМРФ им. адмирала С.О. Макарова, 2016. – Вып. 6 (40). – 260 с. Стр. 242-251.

2. Журавлев А.Е. Внедрение тестовой системы на базе решения «1С: Экзаменатор» и ее адаптация к актуальным ФГОС / Новые информационные технологии в образовании: Сборник научных трудов 17-й международной научно-практической конференции «Новые информационные технологии в образовании» (Инновации в экономике и образовании на базе технологических решений «1С») 31 января – 1 февраля 2017 г. / Под общ. ред. проф. Д.В. Чистова. Часть 2. – М.: ООО «1С-Публишинг», 2017. 389 с.: ил. Стр. 75-78.

3. Журавлев А.Е. Расширение ISO 9126 для программного аттестационного комплекса вуза на базе системы «1С: Электронное обучение. Экзаменатор» // Новые информационные технологии в образовании: Сборник научных трудов 20-й международной научно-практической конференции «Новые информационные технологии в образовании» (Технологии 1С: перспективные решения для построения карьеры, цифровизации организаций и непрерывного обучения) 4-5 февраля 2020 г. / Под общ. ред. проф. Д.В. Чистова. Часть 1. – М.: ООО «1С-Публишинг», 2020. 658 с.: ил. Стр. 583-585.

4. Mashanov A.V., Zhuravlev A.E., Tyndykar L.N. Elaboration of Multichannel Data Fusion Algorithms at Marine Monitoring Systems // Advances in Intelligent Systems and Computing 1116. VIII International Scientific Siberian Transport Forum TransSiberia 2019, Volume 2. Springer International Publishing 2020, 1200 p. 909-923 pp. DOI 10.1007/978-3-030-37919-3_90

УДК 004.5

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНТЕРФЕЙСОВ ПО ПРИНЦИПАМ АТОМАРНОГО ДИЗАЙНА

DEVELOPMENT OF INTERFACE DESIGN SYSTEM FOR ATOMIC DESIGN PRINCIPLES

Мытникова Е.А., Афиногенов Н.И.,
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова»,
г. Чебоксары, Российская Федерация

E.A. Mytnikova, N.I. Afinogenov,
Federal State Educational Budget Institution of Higher Education
“The Ulianov Chuvash State University”,
Cheboksary, Russian Federation

e-mail: amaliaamalia@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматривается разработка системы проектирования интерфейсов по принципам атомарного дизайна, позволяющая проектировать интерфейсы, прилагая минимум усилий. Раскрыта методология атомарного дизайна, которая позволяет упростить процесс проектирования интерфейсов. Для разработки выбраны графический редактор Adobe Photoshop и текстовый редактор Brackets.

Abstract. The article discusses the development of an interface design system based on atomic design principles, allowing designing interfaces with minimal effort. The methodology

of atomic design is disclosed, which allows to simplify the process of interface design. Adobe Photoshop graphics editor and Brackets text editor are selected for development.

Ключевые слова: методология, атомарный дизайн, пользовательский интерфейс, JavaScript, HTML.

Keywords: methodology, atomic design, user interface, JavaScript, HTML.

В современном информационном обществе растет количество пользователей компьютеров и мобильных устройств, в которых используются разные браузеры, экраны и программы с большим количеством возможностей, поэтому растет потребность в создании интерфейсов [1; 2]. Это действительно колоссальная задача. На сегодняшний день данную проблему решают системы проектирования.

Атомарный дизайн – это методология, состоящая из пяти независимых этапов, которые направлены на создание более продуманных и последовательных систем проектирования интерфейсов [3].

Выделяют пять этапов атомарного дизайна:

1. атомы;
2. молекулы;
3. организмы;
4. шаблоны;
5. страницы.

Атомарный дизайн – это нелинейный процесс. Он похож на ментальную модель, которая помогает нам относиться к пользовательским интерфейсам как к единому целому, но, в то же время, не забывать о деталях. Каждый из пяти этапов играет важную роль в иерархии систем проектирования интерфейсов.

Для того, чтобы сделать структуру системы более наглядной, можно использовать такие несложные инструменты, как схемы. На рисунке 1 представлена структура системы проектирования в виде схемы.



Рисунок 1. Структура будущей системы

При построении структуры определен уровень расположения страниц и их компонентов.

Обычный пользователь, перейдя на интернет ресурс, в первую очередь обращает внимание на его дизайн, а именно, на удобство, правильное расположение информации на странице и цветовую гамму. В связи с этим возрастает желание создать систему, которая вызывает у пользователей чувство комфорта.

При разработке дизайна системы проектирования в программе Adobe Photoshop, была использована двенадцати колоночная сетка разметки (рисунок 2), что упрощает размещение элементов на странице и дальнейшую верстку. Также двенадцати колоночная сетка упрощает процесс верстки для мобильных устройств.

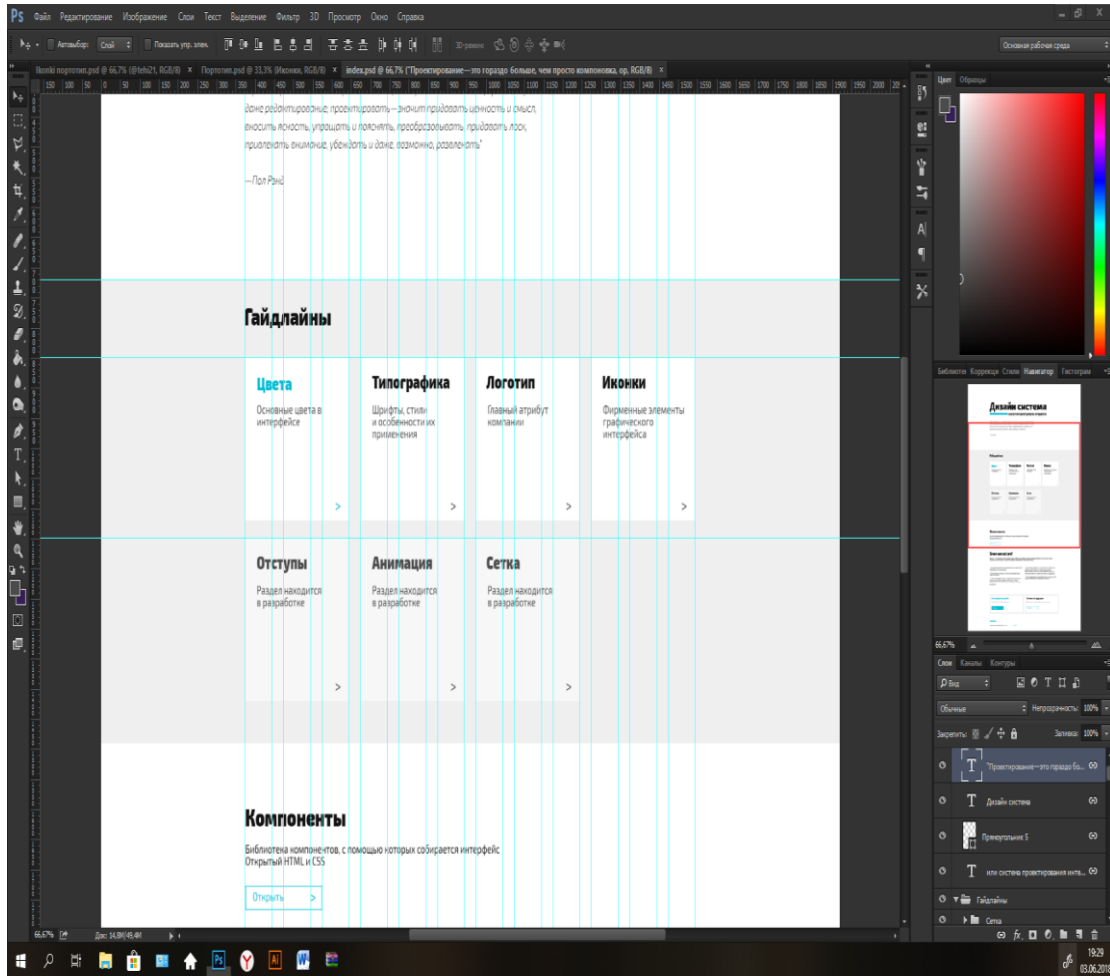


Рисунок 2. Разработка дизайна системы

Для реализации системы были созданы таблицы базы данных. Данные о цветах, которые внесены в систему, хранятся в таблице colors. Структура таблицы colors представлена в таблице 1.

Таблица 1. Таблица «Colors»

№ пп	Наименование поля	Тип	Размер поля	Ключевое поле
1	id	Числовой	Длинное целое	Да
2	name	Строковый	20	Да
3	value	Строковый	7	Да

В таблице 2 представлена структура таблицы typography.

Таблица 2. Таблица «Typography»

№ пп	Наименование поля	Тип	Размер поля	Ключевое поле
1	id	Числовой	Длинное целое	Да
2	name	Строковый	20	Да
3	width	Числовой	Длинное целое	
4	size	Числовой	Длинное целое	
5	line-height	Числовой	Значения с плавающей точкой	

Структура таблицы icons указана в таблице 3.

Таблица 3. Таблица «Icons»

№ пп	Наименование поля	Тип	Размер поля	Ключевое поле
1	id	Числовой	Длинное целое	Да
2	name	Строковый	20	Да
3	value	Строковый	30	Да

Разработка системы проектирования интерфейсов осуществлялась в текстовом редакторе Brackets с применением технологий HTML 5 и JavaScript.

Главная страница системы играет роль информативной страницы и навигации по системе. На ней расположено меню (рисунок 3), ведущее на другие страницы и названия страниц, которые находятся в разработке.

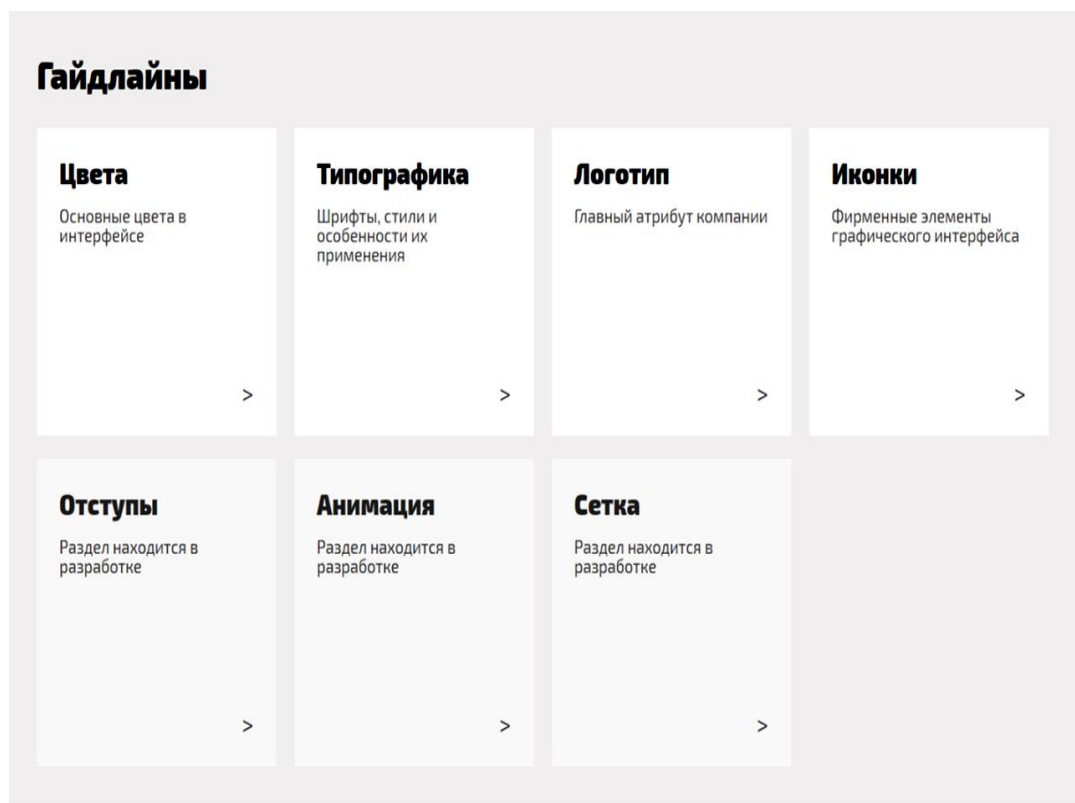


Рисунок 3. Меню системы

На странице цветов расположены базовые цвета (рисунок 4), которые используются в системе. Описано то, как их использовать, и где. При наведении мыши и одном щелчке копируется код цвета, который потом можно использовать по своему назначению.

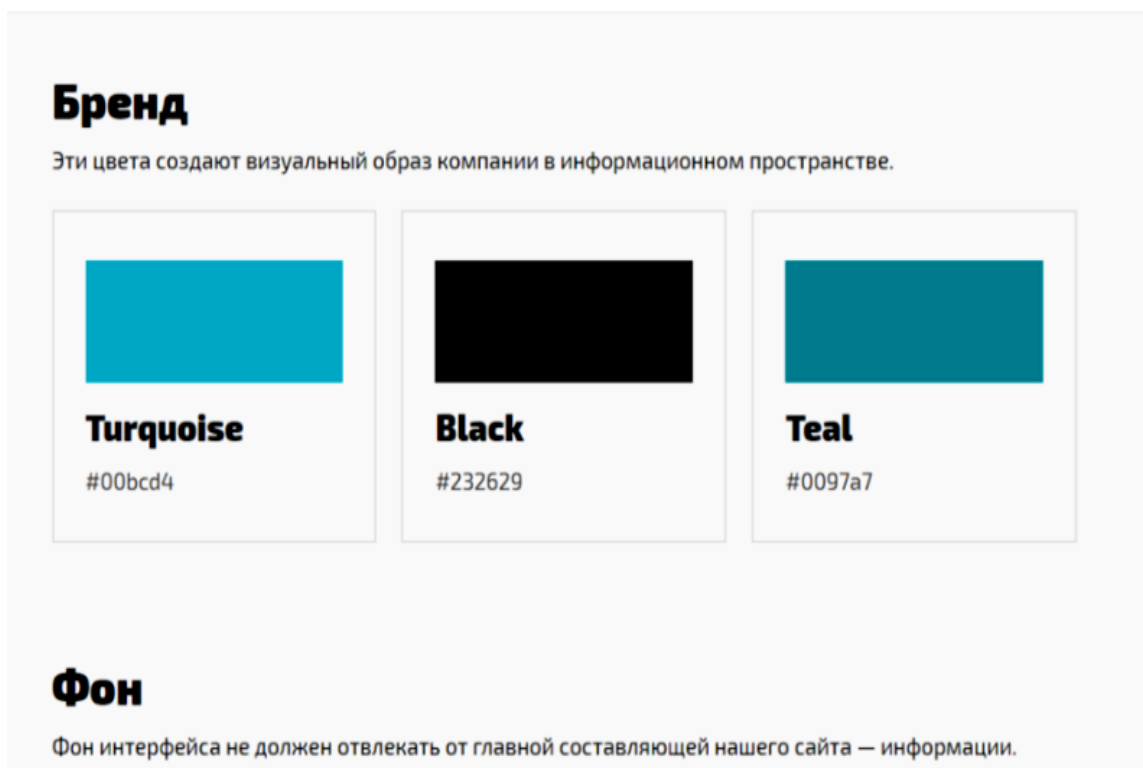


Рисунок 4. Цвета системы

Для реализации копирования цвета кода по щелчку мыши был подключен JavaScript.

Выводы

Разработанная система проектирования интерфейсов ориентирована на разработчиков веб-сервисов и дизайнеров. Также она может быть использована в учебном процессе для будущих специалистов в области веб-дизайна. С ее помощью можно оптимизировать разработку интерфейсов по времени и трудозатратам.

Литература

1. Алексеева Н.Р. Подготовка студентов к использованию информационных и коммуникационных технологий для создания рекламного продукта // В сборнике: Информационные технологии в науке и образовании 2013. С. 52-53.
2. Алюкова А.А., Максимова Е.В., Лавина Т.А., Тихонов С.В. Разработка веб-ориентированной информационной системы редакции журнала // В сборнике: Состояние и перспективы развития ИТ-образования Сборник докладов и научных статей Всероссийской научно-практической конференции. 2019. С. 49-54.
3. Atomic Design Methodology [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://atomicdesign.bradfrost.com/chapter-2/> (дата обращения: 23.03.2020).

UDC 004.415.25

**THE INFLUENCE OF THE INFORMATION TECHNOLOGY
ON THE EFFICIENCY OF AN INSTITUTION BASED ON MODIFICATION
OF THE UFA STATE PETROLEUM TECHNOLOGICAL UNIVERSITY
ELECTRONIC PHONE BOOK**

**ВЛИЯНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ УЧРЕЖДЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ МОДИФИКАЦИИ
ЭЛЕКТРОННОГО ТЕЛЕФОННОГО СПРАВОЧНИКА
УФИМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО НЕФТЯНОГО
ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

A.M. Iakhina,
Ufa State Petroleum Technological University,
Kosmonavtov Str., 1, Ufa, Republic of Bashkortostan, 450062, Russia

Яхина А.М.,
Уфимский государственный нефтяной технический университет,
ул. Космонавтов, 1, г. Уфа, Республика Башкортостан, 450062, Россия

e-mail: albina_yahina@rambler.ru

Abstract. The World Wide Web (Web) is continuously growing and so too are the technologies behind it. People use computers more and more nowadays. This research paper answers the question: “How does information technology affect on our daily life?” based on the implementation of the new version of the electronic phone book at the Ufa state petroleum technological university. This article also briefly presents all the steps of the electronic phone book modification process. The goal of this optimization is to refine the interaction with current electronic phone book and expand its functionality according to the customer's requirements. The effectiveness of the program is based on simplification of the interaction with the electronic phone book. The analysis shows that there is a positive impact of information technologies on the solution of various organizational difficulties during the work of the entire institution based on the example of the modification of the Ufa state petroleum technological university electronic phone book. Integration of the new version of the electronic phone book will take place in the Ufa state petroleum technological university during the spring of 2020.

Аннотация. Всемирная паутина (web-паутина) постоянно растет, также, как и технологии, стоящие за ней. Люди используют компьютеры все больше и больше в наше время. Данная исследовательская работа отвечает на вопрос: «Как информационные технологии влияют на нашу повседневную жизнь?» на основе внедрения в использование новой версии электронного телефонного справочника Уфимского государственного нефтяного технического университета. В этой статье также кратко представлены все этапы процесса модификации электронного телефонного справочника. Целью этой оптимизации является усовершенствование взаимодействия с действующим электронным телефонным справочником и расширение его функциональных возможностей в соответствии с требованиями заказчика. Эффективность программы основана на упрощении взаимодействия с телефонным справочником. Проведенный анализ показывает, что на примере модификации электронного телефонного справочника Уфимского государственного нефтяного технического университета

наблюдается положительное влияние информационных технологий на решение различных организационных трудностей в процессе работы всего учебного заведения. Интеграция новой версии электронного телефонного справочника состоится в Уфимском государственном нефтяном техническом университете весной 2020 года.

Keywords: information technology, electronic phone book, employee database, university departments, smart search, access rights, multi-functional editing, modernizing the design.

Ключевые слова: информационные технологии, электронный телефонный справочник, база данных сотрудников, отделы университета, умный поиск, права доступа, многофункциональное редактирование, модернизация дизайна.

In recent years, the modern world has seen many global changes that have affected almost all areas of public life. Most of these innovations are related to information technology and computers in one way or another. The number of users of the global Internet is growing every day. People are opening up new opportunities, thanks to which they can do a lot of familiar things on their own, even without leaving the house: pay for utilities, put money on the phone, book hotels for holidays, buy new clothes or sell old ones. The use of information technologies significantly simplifies a number of processes of modern man.

Most importantly, the web today is what it has always been – accessible information. Unlike the early days of the web, though – when it was just a collection of text files – the modern web has grown to support many differing media formats and now, more than ever, many differing ways to access information.

No longer do you just sit at a desktop computer to “log on”. Nowadays, you sit on a beach reading the news on a tablet device, you go to a coffee shop with laptop in hand to chat with friends in different countries, and you try to refrain from laughing at pictures of cats playing keyboards while viewing a smart phone on a train journey. The information on the web is practically infinite (more content is created than you could ever consume), and the way in which you access that information continues to grow.

The modern web is an exciting media to be a part of. It is continuously growing and so too are the technologies behind it [1, p. 5].

This work was commissioned by the university because there was a need to modify the phone book (on ams.rusoil.net website) due to the fact that current version of it has a lot of disadvantages. I’ve decided to make a survey and asked some teachers and employees of the USPTU how often did they use the phone book. It was found that a half of the surveyed employees use the directory on a daily basis (figure 1).

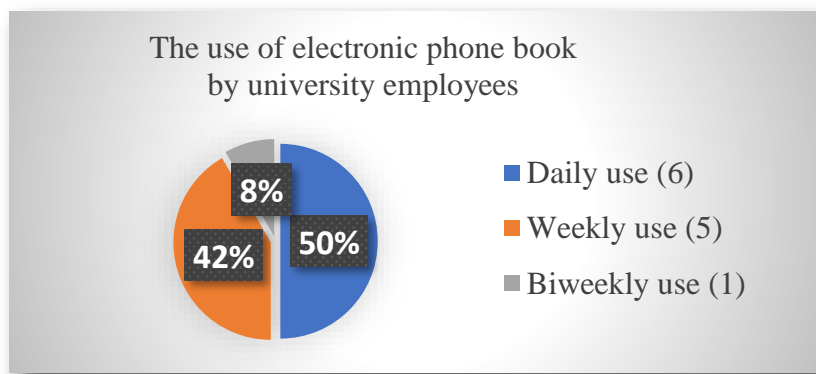


Figure 1. Results of the electronic phone book-use survey

This frequent use of the phone book by University staff proves the need and relevance for its existence and storage of relevant information that may interest users.

Due to the high demand of the electronic phone book and new requirements identified by the head of the information-analytical department of the Ufa state petroleum technological university and by the responsible for the editing of the phone book employee, there is a need for its modification.

It is important to have the latest information that you need. And faster you can find it and easier you can reach it, the better results of the whole work process you are going to get. So that is why it is important to do some changes in the work of the current version of the phone book.

The goal of this modification is to refine and simplify the interaction with current electronic phone book and expand its functionality according to the customer's requirements.

Current version of the electronic phone book has some disadvantages:

- it needs some more information fields (for vacation time, for Instagram pages);
- it has pure realization of the search;
- it's not translating on the official web site of the USPTU.

New version of the electronic phone book will solve a lot of organization tasks during employees' interaction.

All details of the work were discussed with the head of the information-analytical department of the Ufa state petroleum technological university and responsible for the editing of the phone book employee. At the end of our communication we've created and signed the Terms of reference that includes description of the whole work.

Before starting to program anything I have created functional model of the work process. This way a lot of problems can be solved during designing step of completing the task. The context diagram is represented on the figure 2.

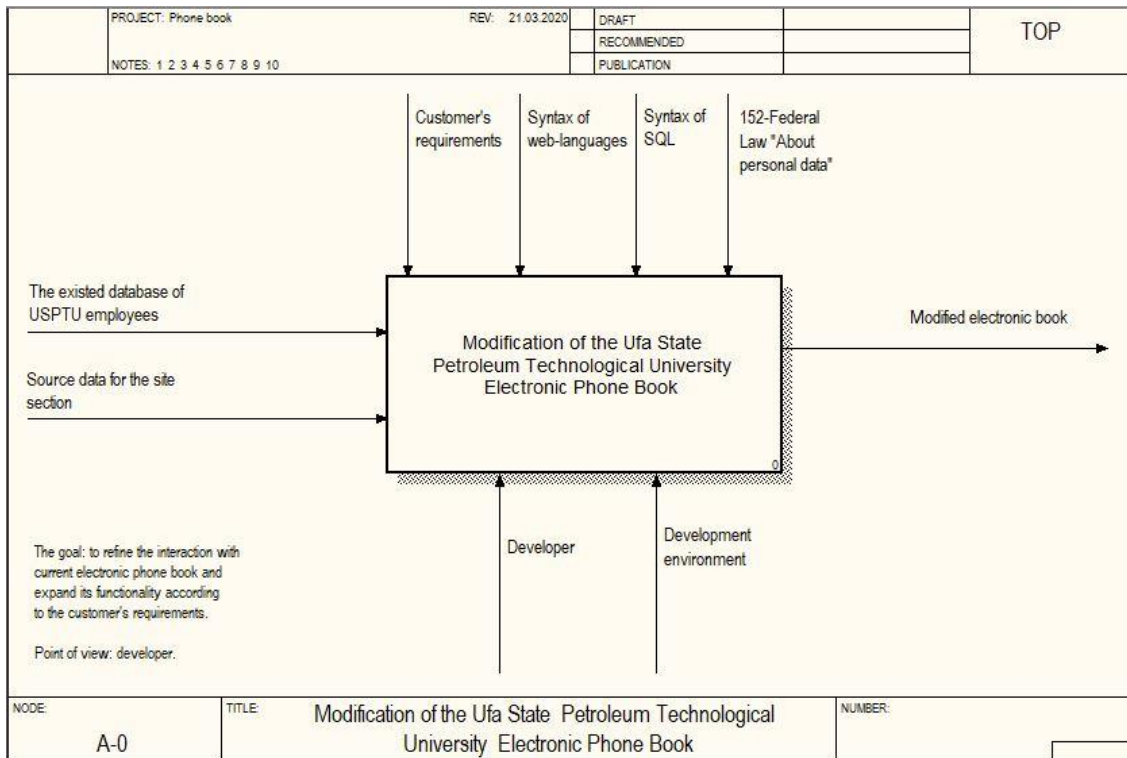


Figure 2. Context diagram of the Phone Book Modification process

Decomposition of the context diagram consists of the following blocks:

- studying the existing phone book and the customer 's requirements;

- changing the database structure and differentiating access rights;
- the implementation of translating the phone book to the official website of USPTU with a certain filtering;
- implementation of smart search;
- redesign and expanding the phone book editing capabilities.

After studying the existing phone book and the customer’s requirements I can start changing the database structure and differentiating access rights. To do that I need to have the model of the new database structure (figure 3).

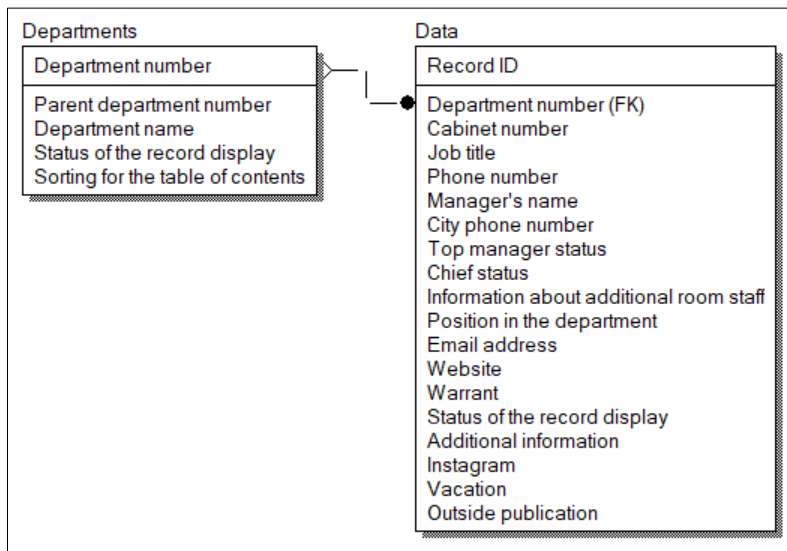


Figure 3. Logical model of the USPTU Employees new DB

Creating web applications is a complicated task involving lots of moving parts and interacting components [2, p. 1]. That’s why it’s important to start with the right base. And to do that I’ve worked with the database first by adding extra fields (tables 1 and 2).

Table 1. The contents of the table with information about employees

№	Column name	Data type	Description
1	ID	double	Record ID
2	OTDEL	decimal(6,0)	Department number
3	KAB	varchar(50)	Cabinet number
4	NDOL	varchar(250)	Job title
5	TEL	varchar(10)	Phone number
6	MANAGER	varchar(100)	Manager’s name
7	OUTSIDE	varchar(50)	City phone number
8	AUP	decimal(4,1)	Top manager status
9	MNAGERTYPE	decimal(2,0)	Chief status
10	PEOPLE	mediumtext	Information about additional room staff
11	POSITION	decimal(4,1)	Position in the department
12	EMAIL	varchar(50)	Email address
13	SITE	varchar(100)	Website
14	WARRANT	varchar(50)	Warrant
15	STATUS	double	Status of the record display
16	VIEWNAME	varchar(26)	Additional information
17	INST	varchar(100)	Instagram
18	VACATION	varchar(100)	Vacation
19	PUBL_OUT	int(8)	Outside publication

Table 2. The contents of the table with information about departments

№	Column name	Data type	Description
1	OTDEL	decimal(6,0)	Department number
2	PARENT_OTDEL	decimal(6,0)	Parent department number
3	N_OTDEL	varchar(100)	Department name
4	STATUS	double	Status of the record display
5	POSITION	decimal(4,1)	Sorting for the table of contents

First of all, the database was translated to the MySQL (from Oracle). After that I added all corresponding elements inside the database using Open Server and phpMyAdmin.

Access rights of the phone directory were differentiated. There has been created following access levels:

- Editor;
- Employee;
- Official web site user (<http://rusoil.net/>).

The editor has access to all sections of the electronic phone book (main information window, editing window). An employee can get information from the phone book without editing it. A web site user can only view information with certain filtering (which is defined by the phone book editor). At the moment, information from the current version of the electronic phone book is not transmitted to the official web site. For this reason, another employee responsible for the site should always keep the phone numbers of various departments or individuals in specific positions updated.

The next step in the development is the smart search system. It improves the quality of the procedure for information search inside the electronic phone book. Problems solved by smart search:

- Typo (wrong letter in the word);
- Incorrect layout;
- The permutation of letters in some places;
- Skipping a letter;
- Extra letter;
- Doubling of letters;
- A combination of the words.

Findings

The electronic phone book was modified according to all customer's requirements. The interaction of employees with the phone book was refined. The effectiveness of the program is based on simplification of the interaction with the electronic phone book.

Integration of the new version of the electronic phone book will take place in the Ufa State Petroleum Technological University during the spring of 2020.

Testing the new version of the electronic phone book showed certain ways to solve problems that employees had before working with the old version of the phone book.

The analysis shows that there is a positive impact of information technologies on the solution of various organizational difficulties during the work of the entire institution based on the example of the modification of the Ufa state petroleum technological university electronic phone book.

References

1. CSS3 Foundations / Ian Lunn. – United Kingdom: A John Wiley and Sons, Ltd, Publication, 2013. – 336 p.

2. Learning Web App Development / Semmy Purewal. – 1st edition – USA: O’Reilly Media, Inc., 2014. – 285 p.

UDC 004.4:378

**A DYNAMIC PRESENTATION AND ONLINE TESTING
OF EXAMPLES IN PROGRAMMING E-TRAINING COURSES**

**ДИНАМИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ И ОНЛАЙН-ТЕСТИРОВАНИЕ
ПРИМЕРОВ В ЭЛЕКТРОННЫХ УЧЕБНЫХ КУРСАХ ПРОГРАММИРОВАНИЯ**

Y.T. Hopteriev,
University of Plovdiv “Paisii Hilendarski”,
Plovdiv, Bulgaria

Хоптериев Ю.Т.,
Пловдивский университет им. Паисия Хилендарского,
г. Пловдив, Болгария

e-mail: yurih@uni-plovdiv.bg

Abstract. This paper considers an experimental module which is designed for a dynamic presentation and online execution of example programs as well as for online testing of problems solved by the learner in electronic courses and textbooks on programming languages such as C++, Java etc., which are used to create console applications. The module has the basic features of the natural environment which is necessary for the independent carrying out of exercises on programming: (1) a text editor in which the problem solutions are entered and edited; (2) a button by which a compiler is called; (3) a button by which the execution of a compiled program is started; (4) a virtual console through which interactive work with a started program is implemented and the result from its execution is outputted; (5) a file manager. In addition, when considering an example problem, the module displays an explanation text containing active elements through which the problem solution is presented dynamically- in writing and testing process. When integrated in an electronic web-formatted course this module gives the learner the following opportunities: (1) to trace the process of writing, compiling and testing of a solved example problem; (2) to experiment with the example programs; (3) to input, compile and test the solutions to the assigned problems in the same electronic course.

Аннотация. В статье рассматривается экспериментальный модуль, предназначенный для динамического представления и онлайн-выполнения примерных программ в электронных учебниках и курсах по языкам программирования, таким как Си++, Java и др., с помощью которых создаются консольные приложения. Может также использоваться для онлайн-тестирования задач, решаемых студентом. Модуль обладает основными характеристиками естественной среды, необходимой для самостоятельного выполнения упражнений по программированию. Он имеет: (1) текстовый редактор, в котором вводятся и редактируются решения задач; (2) кнопка, с помощью которой вызывается компилятор; (3) кнопка, с помощью которой запускается выполнение скомпилированной программы; (4) виртуальная консоль, посредством которой осуществляется интерактивная работа с запущенной программой и выводится результат

её выполнения; (5) файловый менеджер. Кроме того, при рассмотрении примерной задачи в модуле визуализируется пояснительный текст, содержащий активные элементы, с помощью которых решение задачи представляется динамически- в процессе написания и тестирования. Интегрированный в электронный курс в веб-формате модуль предоставляет студенту следующие возможности: (1) проследить процесс написания, компиляции и тестирования решенной задачи образца; (2) экспериментировать с готовой примерной программой; (3) вводить, компилировать и тестировать решения своих задач.

Keywords: e-learning, e-training, dynamic presentation, programming, online compiling, online execution, console application.

Ключевые слова: электронное обучение, динамическое представление, программирование, онлайн компиляция, онлайн исполнение, консольное приложение.

Introduction

Modern methods of teaching and learning are coming in the higher education [6, P. 6-8].

The information technologies offer new opportunities for a better quality presentation of the learning content.

“The use of electronic AIDS in the field of education can improve the quality of education” [1, P. 21-25]. There are additional preconditions for an expansion of the e-course possibilities of some school subjects. It is specific for the computer science learning that practical exercises and e-courses require the same technical support, which is a computer system. By making effective use of this specificity it is possible in some computer science e-courses to create and integrate tools with which examples are presented in a better and more understandable way and which give the learner a possibility to practice in the that electronic course.

This paper considers another one module of a suite of modules [2, P. 185-190, 3, P. IV.17-1–IV.17-5, 4, P. IV.12-1–IV.12-5, 5, P. 95-96] which are designed for a dynamic presentation of examples and online testing of problems solved by the learner in electronic courses and textbooks on computer science.

This module is developed for programming e-training courses that explain languages such as C++, Java etc., which are used to create console applications.

When integrated in an electronic web-formatted course this module gives the learner the following opportunities:

- to trace the process of writing, compiling and testing of a solved example problem;
- to experiment with the example programs;
- to input, compile and test the solutions to the assigned problems in the same electronic course.

Module structure

The module has the basic features of the natural environment which is necessary for the independent carrying out of exercises on programming (Figures 1-5).

The following components which are applicable for some modules of the cited suite are included in this module:

- a text editor in which the problem solutions are entered and edited (Figures 1-5);
- a file manager (Figures 3, 4);
- a rectangular area which shows an explanation text for the current example. This area can be visible (Figure 1) or hidden (Figures 2-5) in accordance with the current module function.

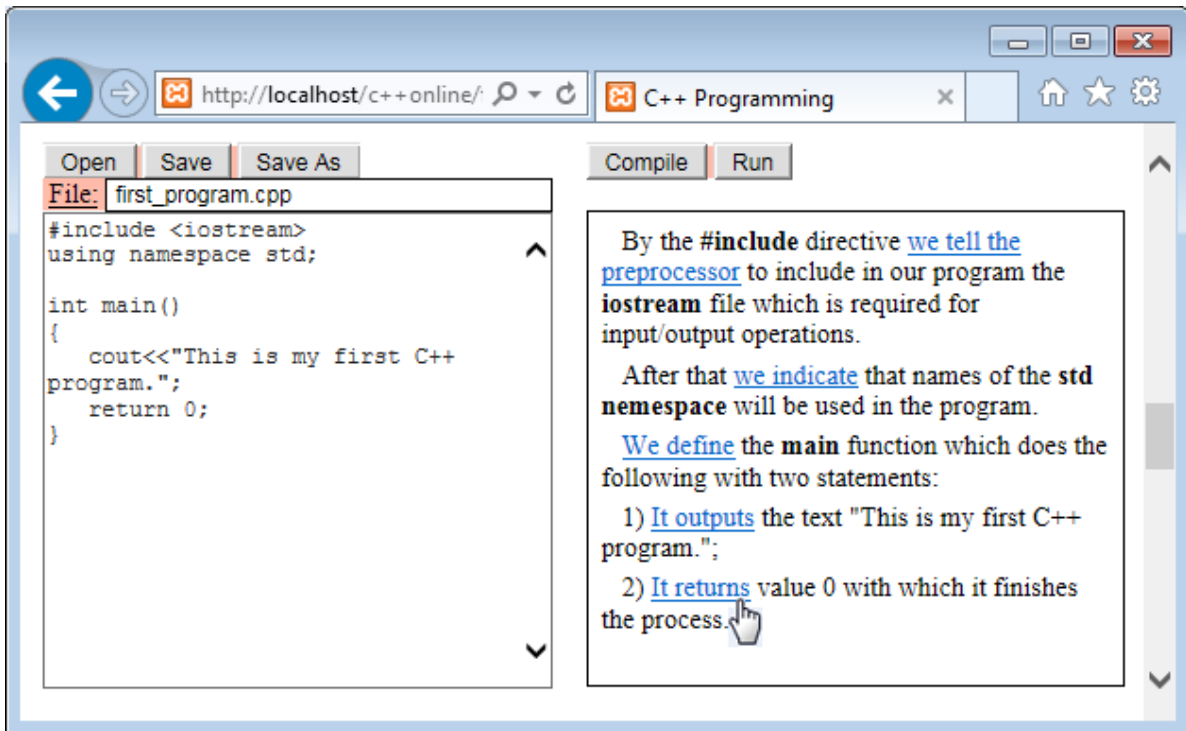


Figure 1. An explanation text with active elements

Other components are created especially for this module in connection with its concrete designation and they perform the typical functions of this module:

- a compiler starter (available by means of the Compile button) which starts a compiler installed on the server (Figures 3, 4);
- a program operator (available by means of the Run button) which starts a compiled program and performs operations that make the process of the execution of this program possible in real time (Figures 4, 5);
- a virtual console of the program operator through which interactive work is implemented with a program started by the operator and the result from its execution is outputted (Figures 2, 4, 5).

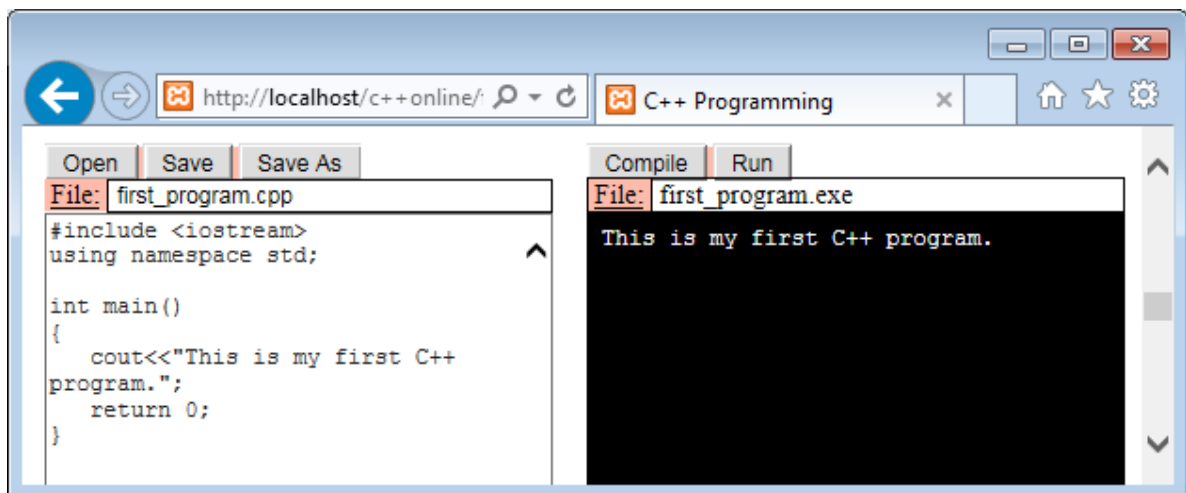


Figure 2. A result of a program execution

Dynamic presentation of examples

Content (the source code of a program) can be entered into the text editor using a program function and by means of the keyboard [2, P. 185-190, 3, P. IV.17-1–IV.17-5].

The programmed insertion allows the examples from the course to be given dynamically (during the solving and testing process).

The idea of a dynamic presentation of source code and the definitions of the concepts step, series and stage are considered in [2, P. 185-190].

The solution to an illustrated problem is presented in the editor in stages and by series of steps (the necessary data is downloaded from a previously prepared file).

A step is a symbol-by-symbol introduction or deletion of a sequence of symbols which is a small part of the solution.

A series is a sequence of steps which is executed without a time break. Every single step could be inserted or deleted into/from the code displayed in the editor till the present moment. By following the displayed process of the step series the learner can observe how an experienced programmer would write the code.

For example, when a programmer writes a block of statements on C++, usually she/he at first writes the opening braces and the closing ones and after that inserts the statements between them.

The realization of the steps is to be started by the learner who reads an explanation text regarding the solution. The text contains active elements. When choosing an active element a step series is accomplished corresponding to a part of the explanation text (Figure 1).

After finishing the presentation of the solution the program is saved, compiled and executed online (Figures 2, 4, 5).

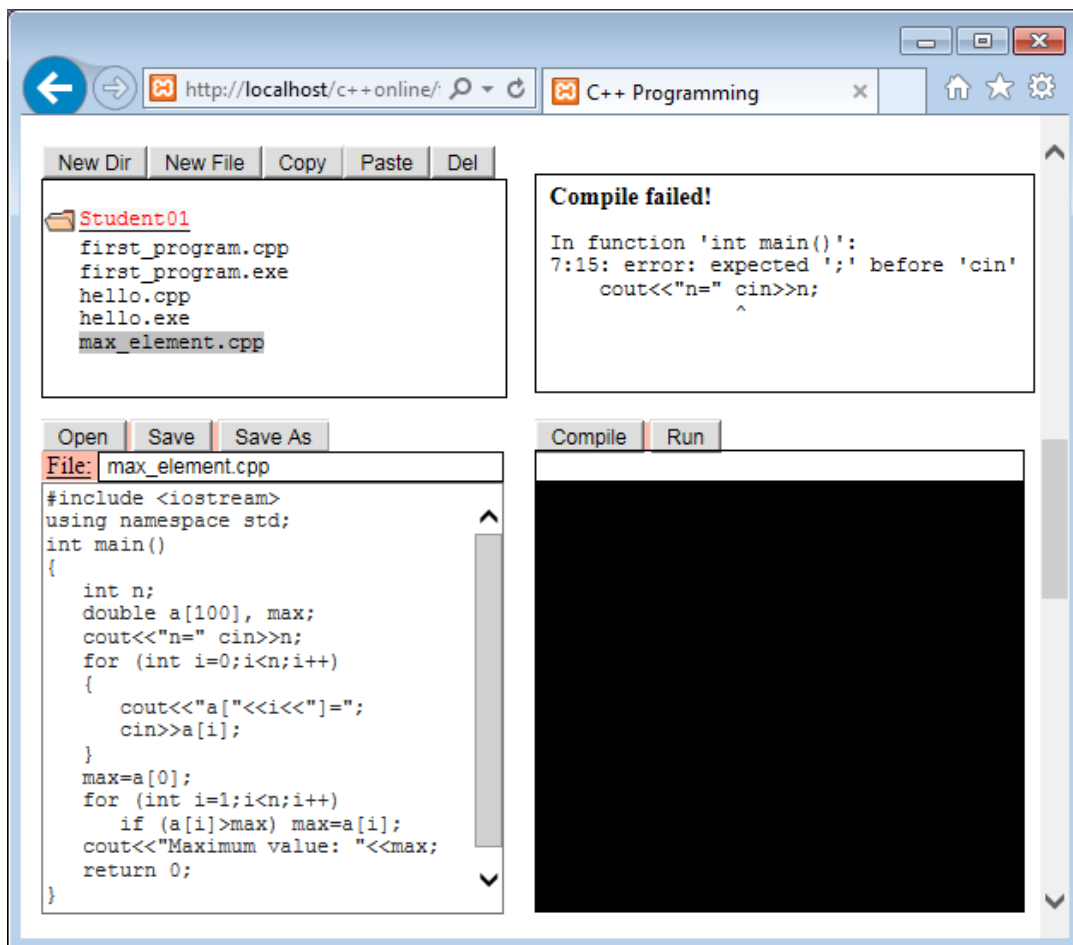


Figure 3. A saved cpp file & A compiler message

The example program can be executed with data previously prepared by the course author as well as with data entered by the learner (Figure 4).

The solutions of the more complicated problems can be presented and tested in stages. A stage is a sequence of series which could be considered as a completed part of the solution.

The dynamic presentation gives an opportunity to include examples in the e-courses that demonstrate how to locate, detect and correct errors.

After the full presentation of an example from the course, the text editor becomes available for typing through the keyboard. The learner can:

- experiment with the example program;
- solve, compile and test course assignments online;
- write, compile and test their own programs.

Online compiling and execution of programs

The compiler starter and the program operator function in the same way both for the course examples and for the learner's programs.

The written program in the text editor is saved as a source file on the server in a learner directory (Figure 3). When the compiler is called by the compiler starter, it tries to compile this source file and returns an answer to the starter which sends a message to the web page for a successful compilation in case of success (Figure 4) or a list of error messages in case of a failure (Figure 3). After an elimination of the possible errors in the case of a successful compilation an executable file is created in the learner directory on the server (Figure 4).

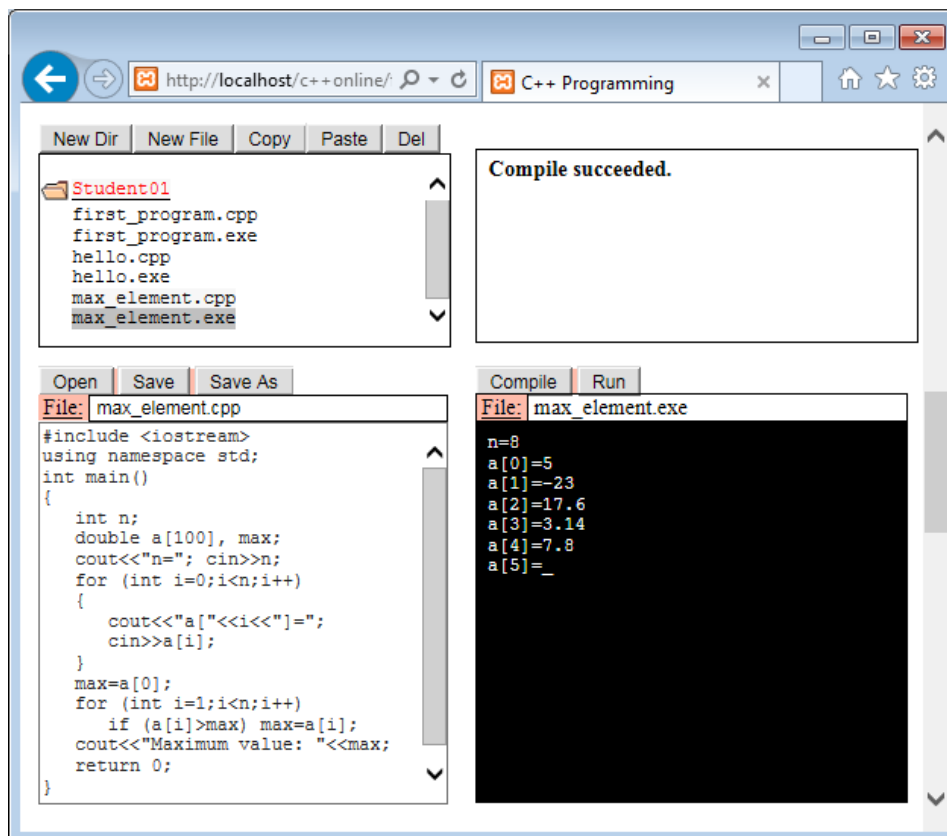
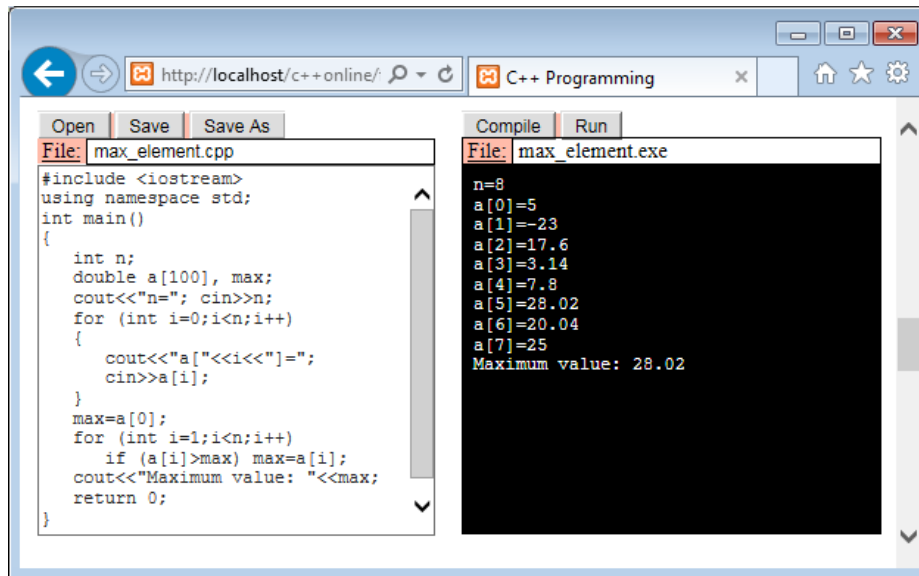


Figure 4. A created exe file & Data entering into a started program

The program operator starts the created executable file, opens and supports a two-way connection between the program started on the server and the web page. This connection ensures the possibilities of online data entering and of a real time program execution (Figures 4,

5). The dialog between the learner and the program is implemented through the virtual console of the program operator (Figures 4, 5).



The screenshot shows a web browser window titled "C++ Programming" at the URL "http://localhost/c++online/". The browser has tabs for "Open", "Save", and "Save As". The main content area is split into two panes. The left pane, titled "File: max_element.cpp", contains the following C++ code:

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main()
{
    int n;
    double a[100], max;
    cout<<"n="; cin>>n;
    for (int i=0;i<n;i++)
    {
        cout<<"a["<<i<<"]=";
        cin>>a[i];
    }
    max=a[0];
    for (int i=1;i<n;i++)
        if (a[i]>max) max=a[i];
    cout<<"Maximum value: "<<max;
    return 0;
}
```

The right pane, titled "File: max_element.exe", shows the output of the program execution:

```
n=8
a[0]=5
a[1]=-23
a[2]=17.6
a[3]=3.14
a[4]=7.8
a[5]=28.02
a[6]=20.04
a[7]=25
Maximum value: 28.02
```

Figure 5. A result of a program execution

After finishing the process the program operator closes the two-way connection opened before.

Findings

The dynamic presentation of an example problem allows the learner to master the details of the solution and contributes to a more thorough study of the language described in the e-course. Along with this, while tracing the process of writing and testing, the learner observes and takes up some good practices such as the division of a complicated problem into subproblems, writing and testing of the program in stages, etc.

The possibility for an online compilation and testing of programs enables the learner to practice within that e-course, no matter whether the required compiler is installed on her/his computer or not.

The experimental module is implemented on PHP with Apache under Windows by using JavaScript, HTML and CSS. This module requires a compiler for the program language described in the e-training course in which it is integrated. It has been tested with example programs in the C++ language, for which a C++ compiler is used, installed on the server. In order to function normally, the module requires a Microsoft Internet Explorer 11 browser or a compatible one on the client computer.

References

1. Fadeeva K.N., 2019. Digital educational resources in education. Proceedings of The International Scientific and Practical Conference "Information technology. Problems and solutions" – Ufa: USPTU, 2019, 3(8). P. 21-25 (in Russian).
2. Hopteriev Y., 2006. A Module for a Dynamic Presentation of Examples in Electronic Textbooks on Web Programming- a Method for Its realization. Journal of the Technical University at Plovdiv, "Fundamental Sciences and Applications", Vol. 13(1), 2006. P. 185-190 (in Bulgarian).
3. Hopteriev Y., 2007. An exercise practicing module on web programming electronic courses. Proceedings of The International Conference on Computer Systems and Technologies CompSysTech'07, June 2007, Ruse, Bulgaria. P. IV.17-1 – IV.17-5.

4. Hopteriev Y., 2009. Creating an e-training course on computer operating systems. Proceedings of The International Conference on Computer Systems and Technologies CompSysTech'09, June 2009, Ruse, Bulgaria. P. IV.12-1 – IV.12-5.

5. Hopteriev Y., 2014. A Dynamic Presentation of Examples in e-learning Courses on SQL. Abstracts of the Jubilee Conference “125 years of Mathematics and Natural Sciences at Sofia University”, December 2014, Sofia, Bulgaria. P. 95-96 (in Bulgarian).

6. Spenger O.P., 2017. Modern methods of teaching Computer science at university. Proceedings of The International Scientific and Practical Conference “Information technology. Problems and solutions” – Ufa: USPTU, 2017, 1(4). P. 6-8.

УДК 004.365.2

МОДУЛЬНО-КОНСТРУКТИВНЫЙ РЕМОНТ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ И АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ 3D-ПРИНТЕРОВ

MODULE AND CONSTRUCTIVE REPAIR OF AIRCRAFTS AND AIRCRAFT ENGINES BY USING 3D PRINTERS

Пелевин Я.О., Пелевин О.А.,
ФГБОУ ВПО «Московский государственный технический университет
гражданской авиации»,
Alpha & Omega Payment,
г. Москва, Российская Федерация

Y.O. Pelevin, O.A. Pelevin,
FSBEI HPE «Moscow state technical university of civil aviation»,
Alpha & Omega Payment,
Moscow, Russian Federation

e-mail: jaroslav121994@gmail.com

Аннотация. В современном мире все больше внимания уделяется использованию компьютеризованных систем практически во всех отраслях: медицина, машиностроение, авиация и т.д. До 2014 года все эти системы, в основном, использовались для произведения расчетов и компьютерного моделирования объектов (например, SolidWorks). Внедрение 3D-принтеров в современный технологический мир позволило увеличить спектр возможностей использования компьютерных систем. Международные аналитики в данной отрасли предсказывают стремительное увеличение объемов продаж комплексов (3D принтер + софт) к 2020 году. Широкое использование 3D-печати как эффективного инструмента производственных компаний играет огромную роль в этом прогнозируемом росте. А именно: создания расчетов и компьютерных симуляций; возможность распечатать прототип изделия из «любого» материала и «вживую» его проверить на контрольном тесте. Данная статья связана с прикладным применением 3D-принтеров: для модульно-конструктивного ремонта в авиации; для обеспечения безопасности передачи информации с облачного хранилища; для передачи данных печати на 3D-принтер; для соблюдения протоколов безопасности и учет подключенных клиентов к «облаку».

Abstract. In the modern world, more and more attention is paid to the use of computerized systems in almost all industries: medicine, engineering, aviation, etc. Until 2014, all these systems were mainly used for calculations and computer modeling of objects (for example, SolidWorks). The introduction of 3D printers in the modern technological world has increased the range of possibilities for using computer systems. International analysts in this industry are predicting a rapid increase in sales volumes of complexes (3D printer + software) by 2020. The widespread use of 3D printing as an effective tool for manufacturing companies plays a huge role in this projected growth. Namely: creating calculations and computer simulations; the ability to print the prototype of the product from “any” material and “live” it to be tested on a control test. This article is related to the application of 3D printers: for modular structural repair in aviation; to ensure the security of information transfer from cloud storage; to transfer print data to a 3D printer; to comply with security protocols and accounting for connected clients to the “cloud”.

Ключевые слова: облачные технологии, 3D-печать, технология Big Data, IT-технологии, техническая эксплуатация летательных аппаратов и авиационных двигателей, гражданская авиация, IT-инженер, IT-механик.

Keywords: cloud technologies, 3D printing, Big Data technology, IT technologies, technical operation of aircraft and aircraft engines, civil aviation, IT engineer, IT mechanic.

3D-технологии медленно, но, верно, завоевывают авиакосмический рынок. Примером данной экспансии является демонстрация изготовленных с помощью аддитивных технологий узлов и деталей летательных аппаратов, беспилотников, экспериментальных образцов ЛА, которые в обозримом будущем могут стать коммерческими решениями.

Согласно мнению авторитетных экспертов в лице руководителя проектов iQB Technologies Артема Згонникова [1]:

«Рынок 3D-технологий более подготовленный, более зрелый, чем два года назад. Сейчас стали интересоваться конкретикой: какие металлы можно использовать, есть ли лицензии, производят ли в России порошки для 3D-принтеров и т.п.

3D-сканеры помогают повысить эффективность авиакосмического производства, на котором серийно изготавливают отливки.

На основе САД-чертежей создается эталонная модель, затем отлитые модели сканируют и определяют отклонения от эталона.

Данные 3D-сканирования можно использовать в управляющей программе для станка с ЧПУ, чтобы обрабатывать отлитые модели до состояния, близкого к идеальному.

Растет интерес и к 3D-печати. Если необходимо создать какую-то большую литьевую деталь, предприятие экономит время и деньги, напечатав на 3D-принтере фотополимерную или полистирольную выжигаемую модель.

В России еще нет массового серийного аддитивного производства компонентов для самолетов и космических аппаратов, но это вопрос времени».

Исходя из вышперечисленного можно выделить четыре основных варианта применения принтеров в гражданской авиации:

- печать стандартных изделий;
- печать ремонтных изделий;
- использование принтеров в учебном процессе студентов МГТУ ГА;
- использование принтеров в Научно-исследовательских работах (НИР).

Рассмотрим каждый вариант подробнее.

Суть печати стандартных изделий заключается в том, что все стандартные изделия (крепежи, заклепки, ручки и т.д.) располагаются не на складах, доставку с которых придется ждать неделю (если не больше), а в облачном хранилище. Сам процесс, указанный на рисунке 1, выглядит следующим образом:

1. Инженер АТБ, осмотрев самолет, находит нужные под замену детали.
2. Затем он заходит в облачное хранилище со стационарного компьютера и находит там детали.
3. Производит 3D-печать деталей и затем заменяет детали.

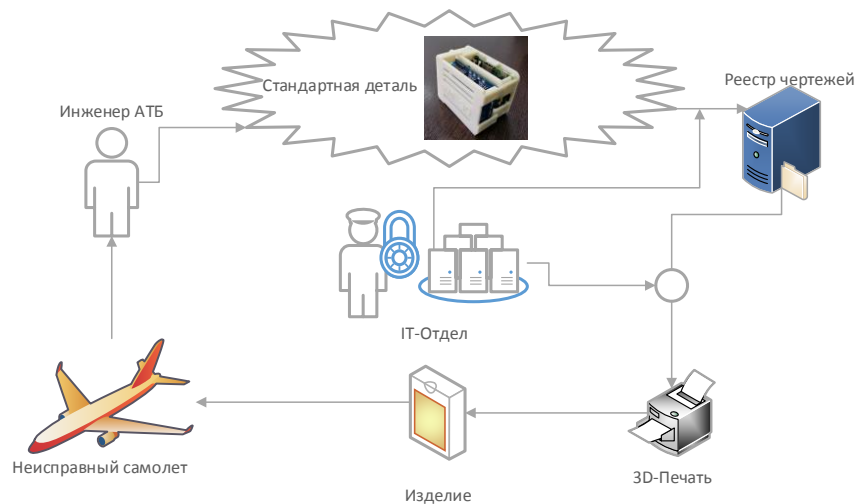


Рисунок 1. 3D-Печать стандартных изделий

Роль IT-отдела в данном варианте сводится к безопасности передачи данных по поиску соответствующей детали и передачи детали на 3D-принтер. Похожую концепцию можно заметить у корпорации Boeing (по изготовке стандартных деталей) [2] и у проектных отделов ВВС и ВМС США в Пентагоне [3].

Печать ремонтных изделий. Данный процесс отличается от предыдущего лишь тем, что вместо стандартной детали нужно распечатать сложно-конструированную деталь. Процесса указан на рисунке 2.

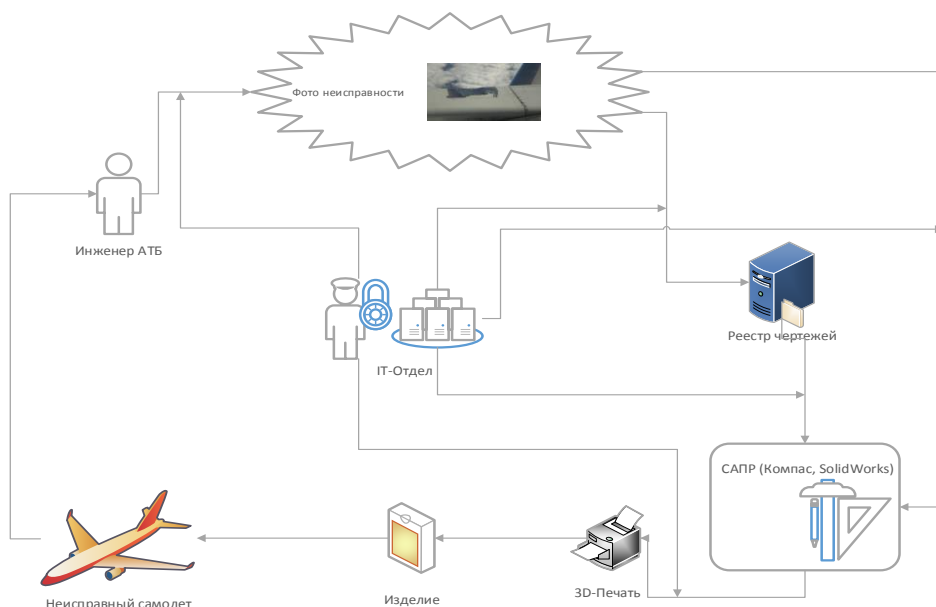


Рисунок 2. 3D-Печать ремонтных изделий

Описание процесса:

1. Инженер АТБ, обнаружив, например, трещину на обшивке крыла из композитного материала, делает фото и находит в хранилище крыло целиком.
2. Затем он загружает модель крыла в САПР (желательно, Компас-3D или SolidWorks) для поиска поврежденного участка, указанного на фотографии.
3. Инженер убеждается в правильности участка на модели, вырезает найденный участок и распечатывает его, который вставляют на место поврежденного участка и проклеивают.

Роль IT-отдела здесь более широкая, потому что он обеспечивает контроль и безопасность передачи данных во время всей работы инженера (включая работу с САПР из-за риска замены материала и выходных характеристик детали перед печатью). Данный вариант применялся в Rolls-Royce во время создания компрессоров двигателя Trent XWB-97 [4] и до сих пор применяется в Формуле-1 для создания ремонтных деталей для болидов [5].

3D-печать в учебном процессе. Схема процесса изображена на рисунке 3.

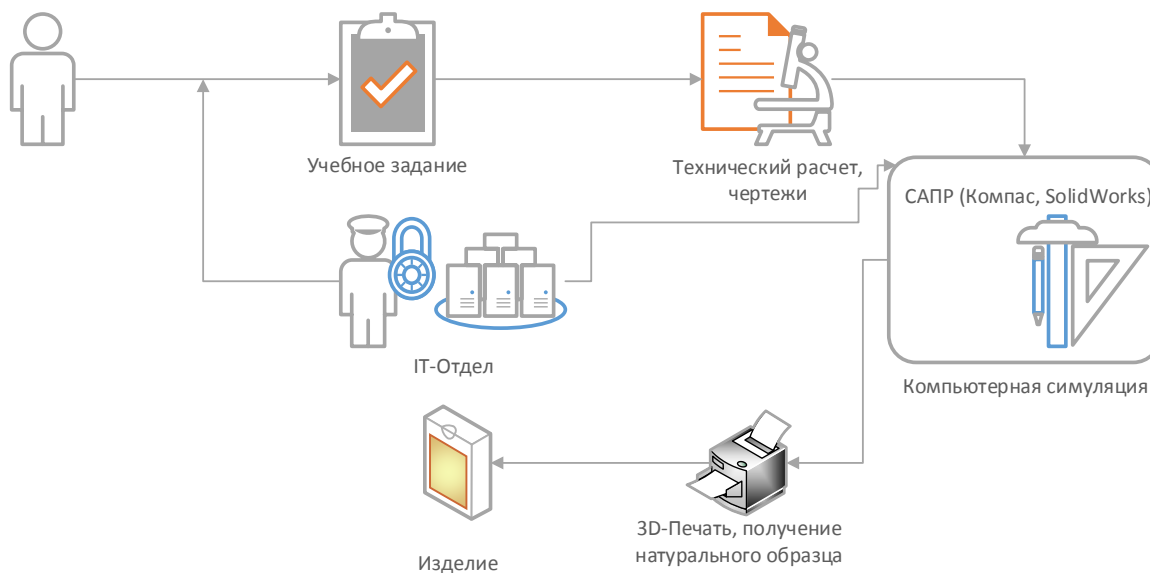


Рисунок 3. 3D-Печать в учебном процессе

Описание процесса:

1. Студент использует свой профиль (аккаунт) для входа в систему института и получает техническое задание.
2. По ТЗ и чертежам он воссоздает модель по чертежам, например, в Компасе и переводит модель в SolidWorks или делает модель сразу в SolidWorks, если он знает его.
3. Затем он активирует программу SolidWorks Simulation для создания компьютерной симуляции и проведения статических и динамических расчетов, прикладывая к нему разные нагрузки: сила, давление, температура.

4. После выполнения симуляции он получает результаты в виде отчета и может распечатать модель для проведения финальной проверки в реальных условиях.

Здесь IT-отдел следит только за входом студента в систему, убеждаясь в его истинной личности, и за данными, получаемыми в САПР из-за риска вторжения во время работы над заданием. В качестве примера был выполнен расчет прототипа лопатки компрессора, процесс которого изображен на рисунке 4.

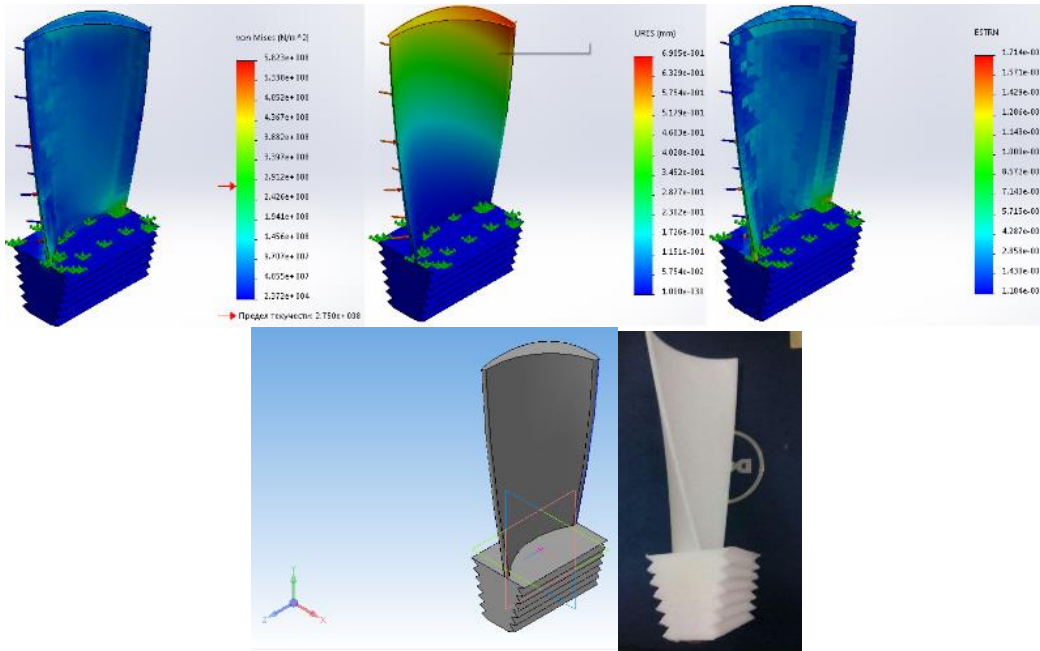


Рисунок 4. Отчет статического анализа модели в SolidWorks, модель в САПР Компас-3D и 3D-распечатанная модель

Сначала была воссоздана модель в Компас-3D, затем, сохранив деталь в формате STP-203 или STP-214, запустили в SolidWorks, активировали SolidWorks Simulation для создания статического анализа модели при материале из титанового сплава с содержанием 18% молибдена и 4% хрома и распечатали ее на 3D-принтере.

3D-Печать в научно-исследовательской работе. Ее схема показана на рисунке 5.

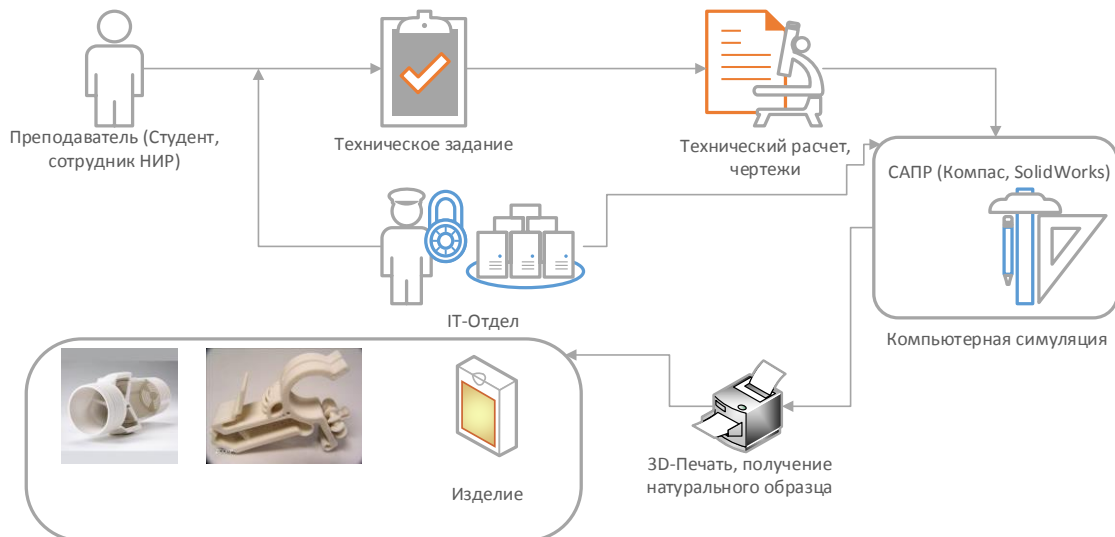


Рисунок 5. 3D-Печать в научно-исследовательской работе

По своей структуре данный вариант ничем не отличается от предыдущего. Но здесь понадобятся более мощные и технические принтеры с широким спектром его использования. Такие принтеры есть у американской фирмы Markforged [6]. Markforged, на текущий момент времени, является самой популярной и достаточно успешной компанией по созданию 3D-принтеров и 3D-изделий. Данная фирма, на сегодняшний день, выпустила четыре основных принтера, которые могут печатать изделия из оникса

(сплав нейлона, карбоновых микрофибр и кевлара), кевлара, карбона, пластика ABS, нержавеющей стали и другие материалы, сравнение которых приведено на рисунке 6.

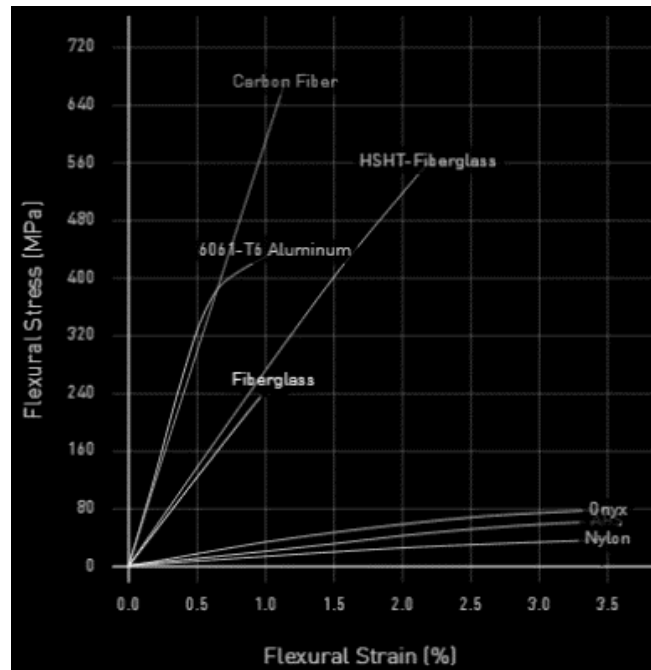


Рисунок 6. Сравнение материалов 3D-Печать в Markforged

14 мая 2017 состоялась презентация их нового принтера Metal X, позволяющий печатать изделия из алюминия 6061-t6. Изделия, изготовленные на этих принтерах, применяются в медицине для создания протезов, в авиации для создания корпусов и деталей дронов (БПЛА), в машиностроении и т.д.

Выводы

В заключении хотелось бы добавить, что в результате того, что компьютерные технологии и системы вводятся в производство, начинают появляться новые технологии по ремонту самолета, а именно – использование композитных материалов для создания самолета и его ремонта. В связи с этим возникает необходимость в создании облачных хранилищ для хранения чертежей и моделей деталей. Отсюда возникает спрос на сотрудничество двух разных структур – АТБ (в лице инженеров-механиков) и IT-отдела («системщики»), которые могут подготовить рабочую площадку для механиков. На основании всего выше сказанного можно добавить, что возникает необходимость в создании смежных специальностей, например, инженер-IT или IT-механик.

Литература

1. Семен Попадюк. Тренды развития 3D-технологий в аэрокосмической отрасли: iQB Technologies на авиасалоне МАКС-2017. Режим доступа: <https://clck.ru/Q4Xus>
2. Максим Агаджанов, Geektimes. Boeing активно использует 3D печать в производстве запчастей для своих самолетов. Режим доступа: <https://geektimes.ru/post/247030/>
3. 3D Print Soften. ВМС США представляют инновации по 3D прототипированию в Пентагоне. Режим доступа: <http://www.3dprint.soften.com.ua/novosti-3dprintsoften/268-vms-ssha-predstavlyayut-innovatsii-po-3d-prototipirovaniyu-v-pentagone.html>
4. 3D Today. Rolls-Royce проведет летные испытания авиадвигателя с 3D-печатной турбиной. Режим доступа: <https://clck.ru/Q4Xyj>

5. 3D Today. 3D-печать в проектировании и изготовлении болидов Формулы-1.
Режим доступа: <https://clck.ru/Q4Xzk>
6. Markforged. Режим доступа: <https://markforged.com/>

УДК 004.94: 004.453.4: 544.18

**ПУТИ ПРЕОДОЛЕНИЯ ПРОБЛЕМ КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКИХ РАСЧЁТОВ
БОЛЬШИХ МОЛЕКУЛЯРНЫХ СИСТЕМ
МЕТОДОМ ФУНКЦИОНАЛА ПЛОТНОСТИ
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПАКЕТА ПРОГРАММ «ПРИРОДА»**

**PATHS TO OVERCOME THE PROBLEMS OF CALCULATIONS
OF LARGE MOLECULAR SYSTEMS
BY DENSITY FUNCTIONAL THEORY
USING THE “PRIRODA” QUANTUM-CHEMICAL PACKAGE**

¹Хатымов Р.В., ²Юлдашев А.В., ^{1, 3}Панкратьев Е.Ю.,
¹Уфимский государственный нефтяной технический университет,
ул. Космонавтов, 1, г. Уфа, Республика Башкортостан, 450062, Россия
²ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет»,
³Институт физики молекул и кристаллов – обособленное структурное подразделение
Федерального государственного бюджетного научного учреждения
Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук,
г. Уфа, Российская Федерация

R.V. Khatymov¹, A.V. Yuldashev², E.Yu. Pankratyev^{1, 3},
¹Ufa State Petroleum Technological University,
Kosmonavtov Str., 1, Ufa, Republic of Bashkortostan, 450062, Russia
²FSBEI NPE “Ufa state aviation technical university”,
³Institute of Molecule and Crystal Physics – Subdivision
of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences,
Ufa, Russian Federation

e-mail: evgeniy@pankratyeв.com

Аннотация. В настоящей работе описан наш многолетний опыт использования квантово-химического пакета «ПРИРОДА» на суперкомпьютерах УГАТУ, УФИХ РАН, ИМех УФИЦ РАН, ИНХП РБ, а также персональных вычислительных станциях УГНТУ, ИНК РАН, ИФМК УФИЦ РАН на примере расчётов геометрических, энергетических, спектральных и электрических характеристик молекулярных систем. Мы полагаем, что для DFT приближений малыми можно считать молекулы, содержащие до 6 углеродных атомов (186 гауссовых примитивов при задании в базисном наборе 3ζ), средними от 7 до 70 (1750 гауссовых примитивов) углеродных атомов, а свыше 71 углеродного атома – большими. Выделены основные проблемы расчётов методом функционала плотности больших молекулярных систем: 1. проблема нахождения волновой функции молекулярной системы; 2. проблема доэкспериментальной оценки вычислительных затрат; 3. проблема оценки адекватности используемого квантово-химического приближения. Предложены пути их решения. Показана возможность DFT расчётов свойств нанобъектов с геометрическими размерами до 10 нм (100 Å). Протестированы

молекулы, содержащие до 960 атомов углерода, в том числе имеющие локальные дефекты симметрии (например, адденды в виде атомов или функциональных групп).

Abstract. This work describes our experience of using the PRIRODA quantum-chemical package on supercomputers of Ufa State Aviation Technical University, Ufa Institute of Chemistry UFRC RAS, Institute of Mechanics UFRC RAS, Oil Refining Institute, as well as the personal computing stations of Ufa State Petroleum Technological University, Institute of Petrochemistry and Catalysis UFRC RAS, Institute of Molecule and Crystal Physics UFRC RAS on the example of calculating the geometric, energy, spectral and electrical characteristics of molecular systems. We believe that for DFT approximations, molecules containing up to 6 carbon atoms (186 Gaussian primitives when specified in the basis set 3z) can be considered small, medium ones from 7 to 70 (1750 Gaussian primitives) carbon atoms, and over 71 carbon atoms – large. The main problems of calculations by the density functional theory of large molecular systems are identified: 1. the problem of finding the wave function of a molecular system; 2. the problem of pre-experimental evaluation of computing costs; 3. the problem of assessing the adequacy of the used quantum-chemical approach. Paths to solve them are proposed. The possibility of DFT calculations of the properties of nanoobjects with geometric sizes up to 10 nm (100 Å) is shown. Molecules containing up to 960 carbon atoms, including those with local symmetry defects (for example, addends in the form of atoms or functional groups), were tested.

Ключевые слова: квантовая химия, теория функционала плотности, квантово-химический пакет «ПРИРОДА», суперкомпьютеры, нанотехнологии.

Keywords: quantum chemistry, density functional theory, “PRIRODA” quantum-chemical package, supercomputers, nanotechnology.

Введение

Квантово-химическое моделирование за последние два десятилетия прочно вошло в набор стандартных средств исследования в химической науке. Это обусловлено высокой предсказательной способностью современных методов квантовой химии, разнообразием приложений, где может быть эффективно использован квантово-механический аппарат, а также впечатляющим прогрессом вычислительной техники.

Приблизительно 20 лет назад был разработан квантово-химический программный пакет «ПРИРОДА» [1]. Разумная оптимизация расчётных приближений и алгоритмов, заложенных в нем, обеспечила высокую скорость вычислений при приемлемой точности. Это позволило программному пакету быстро найти свою нишу среди большого многообразия подобных приложений. Реализованные в нем методы функционала плотности (DFT) стали находить широкое применение для моделирования геометрических, энергетических, спектральных и электрических характеристик не только малых и средних молекул, но позволили охватить и большие молекулярные системы. Стоит отметить, что критерии молекул, которые можно отнести к классу «больших» до сих пор остаются дискуссионными и постоянно пересматриваются. Для определенности, на примере углеродных структур мы полагаем, что для DFT приближений малыми молекулами можно считать молекулы, содержащие до 6 углеродных атомов (186 гауссовых примитивов при задании в базисном наборе 3z [2]), средними от 7 до 70 (1750 гауссовых примитивов) углеродных атомов, а свыше 71 углеродного атома – большими.

Эффективным также оказался подход, при котором в пакете «ПРИРОДА» производилось быстрое предварительное моделирование элементарных физико-

химических процессов с целью экономного «досчёта» на следующем этапе с помощью более точных, высокоуровневых, но и несоразмерно более затратных квантово-химических методов, реализованных, например, в пакете Gaussian [3].

Моделирование больших молекулярных систем сопряжено с рядом трудностей. Так, с ростом размера молекулярной системы наблюдается ухудшение нахождения волновой функции (решение уравнения самосогласованного поля [4] используется для построения электронной плотности DFT), резко возрастают вычислительные затраты, а также возникают трудности с оценкой адекватности выбранной теоретической модели натурному эксперименту. Говоря о непосредственном применении обсуждаемого программного пакета, следует отметить скудность информации о заложенных в нем возможностях и отсутствие подробного руководства пользователя, в связи, с чем проведение квантово-химических расчётов в пакете «ПРИРОДА» требует определенного опыта и понимания основных принципов работы других подобных программ.

В настоящей работе описан наш опыт [5] использования квантово-химического пакета «ПРИРОДА» на суперкомпьютерах УГАТУ, УФИХ РАН, ИМех УФИЦ РАН, ИНХП РБ, а также персональных вычислительных станциях УГНТУ, ИНК РАН, ИФМК УФИЦ РАН на примере расчётов геометрических, энергетических, спектральных и электрических характеристик молекулярных систем.

Типичная схема квантово-химического расчёта

Типичная схема квантово-химического расчёта структурных и кинетических закономерностей физико-химической модели в пакете программ «ПРИРОДА» на примере конформационного анализа гидроксилamina приведена на «Сайте о квантовой химии» [6]. Кратко, обычно процедура расчёта состоит из следующих этапов:

1. Оптимизация структуры соединений.
2. Решение колебательной задачи (нахождение гессiana E_{Total}).
3. Релаксированное сканирование геометрических параметров.
4. Оптимизация переходного состояния (ПС).
5. Сканирование по внутренней координате реакции (IRC).
6. Расчёт величин химических сдвигов ядерного магнитного резонанса (ЯМР) с целью сравнения с экспериментом.

Организация системы очередей задач для квантово-химических расчётов

Для проведения квантово-химических расчетов с помощью пакета «ПРИРОДА» на высокопроизводительных вычислительных кластерных системах, для рационального распределения вычислительных ресурсов и во избежание простоя после выполнения каждого отдельного этапа расчета (задаваемого отдельным input-файлом), возникает необходимость в автоматизации помещения задач в очередь кластера. Для этого нами написан скрипт – p16.sh, который запускается на головном узле суперкомпьютера и помещает квантово-химические задачи в систему очередей PBS/Torque.

Запуск расчёта осуществляется в виде:

- a) p16.sh calc.in -c 10 -p 8
- б) p16.sh calc.in -c 10 -p 2 -x max_cores
- в) p16.sh calc.in -c 10 -p 1 -x max_memory

В вышеприведенном примере в случае (а) будет занято два узла по 8 ядер, на одном из которых останется ещё 6 свободных ядер для PBS. В примере (б) расчёт будет запущен на 5 узлах, на каждом из которых будет занято 2 ядра, но узлы полностью будут зарезервированы (нужно для расчётов, интенсивно использующих оперативную и дисковую память). Третий расчёт отличается тем, что будет запущен на 10 узлах, на

каждом из которых будет занято 1 процессорное ядро, но для каждого вычислительного процесса системе PBS будет указано выделить практически всю имеющуюся оперативную память.

Проблема нахождения волновой функции молекулярной системы

Плохая сходимость волновой функции часто становится первым препятствием в успешном проведении расчётов больших молекулярных систем, поскольку приводит к аварийному завершению выполнения программы, что может привести неопытного пользователя в недоумение и к полному отказу от использования данной программы. Каждая итерация поиска волновой функции для текущего геометрического расположения атомов должна соответствовать минимуму энергии в фазовом пространстве коэффициентов перед атомными орбиталями, заданными соответствующими базисами. Для больших, чрезмерно многоатомных систем, особенно при использовании больших базисных наборов, может быть найдено множество решений, практически не отличающихся по энергии, что приводит к нестабильному решению волновой функции.

Возможными путями устранения проблемы сходимости волновой функции являются увеличение числа итераций и микроитераций (ключевые слова входного файла – `$scf iterations=50,50`) при решении уравнения самосогласованного поля (ССП, SCF), смена алгоритма с квадратически-сходящегося метода Ньютона-Рафсона (`$scf procedure=NR`) на более времязатратный алгоритм Бройдена-Флетчера-Гольдфарба-Шанно (`$scf procedure= BFGS`), а также сохранение файла собственных векторов волновой функции (`$control save="file.vec"`) и его использование при проведении последующих расчётов (`$control save="file.vec"; $guess read=1`).

В сложных случаях, когда волновая функция не сходится, и вышеуказанные рекомендации не помогают, можно использовать следующий приём [7]. Исходная геометрическая структура объёмной молекулярной системы незначительно искажается случайным образом. При этом задаваемая геометрическая структура принудительно удаляется от ожидаемой равновесной структуры молекулы, и появляется шанс, что для волновой функции будет найдено сходящееся начальное приближение. Оно и будет использоваться программой в дальнейших итерациях геометрической оптимизации структуры молекулы. Опыт показывает, что значения координат x , y и z каждого атома достаточно изменить на случайную величину, лежащую в диапазоне $-0.05...+0.05$ Å. Подобный функционал реализован в квантово-химическом визуализаторе ChemCraft (пункт меню Edit → Make small random displacement). Данная незатейливая процедура не является панацеей, однако в ряде случаев это способствует успешному решению задачи самосогласования SCF, а также позволяет сохранить файл векторов волновой функции для последующих расчётов.

Другим сложным случаем являются системы с открытыми электронными оболочками, характеризующиеся значительной делокализацией электронной и спиновой плотности. К таким системам относятся большие ароматические системы (их ионные/радикальные формы) [8].

Расчёт подобных молекулярных систем можно производить по теории функционала плотности, в которой волновая функция строится на основе неограниченного метода U-SCF (`$scf restrict=0`) или ограниченного по спину метода для открытых электронных оболочек RO-SCF (`$scf restrict=1 procedure=BFGS`). Если волновая функция в первом случае сходится, но имеет значительное спиновое загрязнение, в качестве начального приближения для RO-SCF можно взять соответствующую часть неограниченной волновой функции из предварительно записанного файла векторов.

Замечено, что сходимость волновой функции связана с величиной энергетической щели между граничными молекулярными орбиталями (Е_{нomo}–Е_{lumo}). При малых значениях последней нет смысла пытаться решить колебательную задачу аналитически, т.к. возмущённые уравнения ССП, используемые в аналитическом счёте гессиана, сходятся ещё хуже самосогласования волновой функции молекулярной системы. Численный же расчёт гессиана (\$control deriv=numeric) требует 6N единичных расчётов полной энергии, где N – количество атомов в молекуле. Заметим также, что расчёт гессиана на основе волновой функции RO–SCF в пакете ПРИРОДА реализован лишь в последних версиях (например, ПРИРОДА 16), причём только в численном виде.

Проблема доэкспериментальной оценки вычислительных затрат

Известно, что для классических алгоритмов DFT необходимый объем оперативной памяти оценивают как $O(N^2)$, а время единичного расчёта энергии (SP) как $O(N^3)$, где N – размер базиса, используемого для представления электронной структуры молекулы.

Однако в силу применения ряда ускорений и усовершенствований вычислительные затраты (оперативная и дисковая память, а также время счёта) требуют переоценки, что и было сделано для некоторых DFT приближений, реализованных в квантово-химическом пакете «ПРИРОДА» [9]. Однако для детального анализа требуется больше данных.

Проблема оценки адекватности

используемого квантово-химического приближения

Достаточно подробно данная проблема описана в [10].

Выводы

Выделены основные проблемы расчётов методом функционала плотности больших молекулярных систем:

1. проблема нахождения волновой функции молекулярной системы;
2. проблема доэкспериментальной оценки вычислительных затрат;
3. проблема оценки адекватности используемого квантово-химического приближения.

Предложены пути их решения.

Литература

1. Лайков Д.Н., Устынюк Ю.А. Система квантово-химических программ «ПРИРОДА-04». Новые возможности исследования молекулярных систем с применением параллельных вычислений // Изв. АН. Сер. хим. 2005. №3. С. 804-810.
2. Лайков Д.Н. Развитие экономного подхода к расчёту молекул методом функционала плотности и его применение к решению сложных химических задач: дисс. канд. физ.-мат. наук. М.: МГУ. 2000. 102 с.
3. Панкратьев Е.Ю., Сафиуллин Р.Л. Теоретическое исследование механизма изомеризации ароматических нитрозооксидов. Часть I. Влияние ориентации заместителя на активационный барьер орто-циклизации // Бутлеровские сообщения. 2012. Т. 30. №6. С. 26-36.
4. Schlegel H.B., McDouall J.J.W. Do You Have SCF Stability and Convergence Problems? // Part of the “NATO ASI Series”. Computational Advances in Organic Chemistry: Molecular Structure and Reactivity. Dordrecht: Springer. 1991. P. 167-185.
5. Панкратьев Е.Ю., Хатымов Р.В., Юлдашев А.В. Проблемы DFT расчетов больших молекулярных систем в квантово-химическом пакете «ПРИРОДА» и пути их

устранения // Параллельные вычислительные технологии (ПаВТ'2019): Труды международной научной конференции (Калининград, 02-04.04.2019). Челябинск: Изд. центр ЮУрГУ, 2019. С. 461.

6. Панкратьев Е.Ю., Хурсан С.Л., Квантово-химический пакет «ПРИРОДА». Знакомство с основами расчёта на примере конформационного анализа $\text{NH}_2\text{-OH}$. Режим доступа: http://www.qchem.ru/theory_and_practice/priroda_conf_anlz/

7. Панкратьев Е.Ю., Хатымов Р.В. Феноменологическая модель термодинамических функций энергетически наиболее стабильных изомеров фуллеренов // Известия УНЦ РАН. 2017. №2. С. 18-27.

8. Туктаров Р.Ф., Муфтахов М.В., Хатымов Р.В., Райтман О.А., Панкратьев Е.Ю. Образование и автонеутрализация отрицательных молекулярных ионов фталоцианина и тетрафенилпорфирина. Сб. тезисов докл. и сообщ. XXV Всероссийской конференции «Структура и динамика молекулярных систем» (Яльчик, Марий Эл, 2018). С. 216-228.

9. Панкратьев Е.Ю. Программа для сбора и анализа служебных данных работы квантово-химического пакета «ПРИРОДА», Высокопроизводительные параллельные вычисления на кластерных системах (ВПВКС'2009). Владимир: Изд. ВГУ. 2009. С. 302-306.

10. Медведев М.Г. Достоверность результатов квантовохимических расчётов методами теории функционала плотности: дисс. канд. хим. наук. М.: ИНЭОС РАН. 2018. 122 с.

УДК 004.021

РАСЧЕТ РЕЙТИНГА МЕРОПРИЯТИЯ В ГЕОСОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ EVALUATION RATING CALCULATION IN THE GEOSOCIAL NETWORK

Фукалов А.С., Белозеров А.Е.,
Уфимский государственный нефтяной технический университет,
ул. Космонавтов, 1, г. Уфа, Республика Башкортостан, 450062, Россия

A.S. Fukalov, A.E. Belozarov,
Ufa State Petroleum Technological University,
Kosmonavtov Str., 1, Ufa, Republic of Bashkortostan, 450062, Russia

e-mail: Andrey-975@mail.ru

Аннотация. В современном мире сложно представить даже свой выход на улицу без программ, ориентированных на геолокацию, которые очень сильно упрощают наше передвижение показывая короткий путь к назначенной цели, а также возможные места, куда можно пойти, по рекомендациям пользователей. Современные программы, создали широкий спектр возможности для проектирования и разработки такого вида программного продукта, и проведение нужных и точных расчетов. В данной статье рассмотрен вопрос, связанный с сортировкой по важности происходящих событий, мероприятий и интересных мест. Выполнена постановка задач для расчета формулы сортировки, поставки примерных оценок и классификация их по балловой системе для геолокационной социальной сети. Рассмотрены основные элементы необходимые для корректной и точной работы формулы сортировки. Так же описаны типы существующих

формул. В процессе формирования формулы проведен анализ существующих на данный момент решений этого вопроса, рассмотрение их недостатков и плюсов и сделан вывод о необходимости ввода собственной формулы с более точной и гибкой оценкой. Приведены предположительные описания и алгоритм компонентов разрабатываемой формулы. Для расчета и демонстрации формулы использовалось такое программное обеспечение как Excel.

Abstract. In modern conditions, it is difficult to find suitable places that can go, on the recommendation of users. Modern programs provide a wide range of opportunities for the development and development of a software product of this type, as well as for the necessary and accurate calculations. This article addresses the issue of sorting by important events, events, and places of interest. Fulfilling the setting of tasks for calculating the sorting, delivery and evaluation formulas according to the point system for a geolocation social network. The basic elements necessary for the correct and accurate operation of the sorting formula are considered. Types of existing formulas are also described. Formation of the formula is carried out in accordance with the requirements of solving this issue. The hypothetical descriptions and the algorithm of the components of the developed formula are given. Software such as Excel was used to calculate and demonstrate the formula.

Ключевые слова: информационные технологии, расчет по формулам, приложения для геолокации, социальная сеть, алгоритм.

Keywords: information technology, calculation by formulas, applications for geolocation, algorithm.

Актуальность

В настоящее время достижения в области геолокации очень высоки, так как точность измерений и полученных данных растет с уровнем технологий. Однако, неточности и некорректности, всегда остаются. В связи с чем мне видится актуальным исследование в данном направлении, а именно – разработке формулы для сортировки события и мероприятий для геолокационной социальной сети.

Для реализации поставленной задачи необходимо проделать следующее:

- провести анализ существующих аналогов решения данной проблемы
- анализ литературы
- проведение расчетов и дальнейшая их корректировка

Формула рейтинга будет рассчитана с помощью программы для работы с электронными таблицами и анализа формул – Excel.

В настоящее время нет единой формулы для расчета рейтинга, все используют свою и многие имеют огромные неточности. Например, есть компании, которые использует просто среднюю оценку. Почему ее нельзя использовать? Потому что она не учитывает оценку отдельно взятых людей и на выборках могут быть огромные перепады.

Рейтинг – это суточное средневзвешенное значение всех полученных оценок пользователей, которые дали свою оценку.

Рейтинг мероприятий зависит от:

1. Оценки пользователей
2. Веса оценки пользователя:

$$R = (O_1V_1 + O_2V_2 + O_3V_3 + O_nV_n) / (V_1 + V_2 + V_n),$$

где R – рейтинг,

О – оценка пользователя,

V – вес оценки пользователя оцениваемый в баллах.

Оценка пользователя

При регистрации пользователь имеет стандартное, как и у всех количество баллов равное K. Пользователь может давать оценку мероприятия тратя при этом собственные очки, и зарабатывать их, оставляя отзыв, с которым другие пользователи были согласны и тоже проставили свою оценку. Пользователь может ставить оценки сколько угодно, так же если он потеряет все свои баллы, он может раз в день восстановить начальное количество баллов, но если его вес будет не превышать минимума, то его оценки не будут засчитываться в системе как значительные. Так же, оценка проводится по 5-ти бальной шкале.

Расчет веса оценки пользователя

Величина V рассчитывается по формуле:

$$V=B_n K_n,$$

где: B_n – эффективный баланс баллов, в котором считается их общее количество у пользователя с учетом всех затрат и полученных баллов на оценки,
 K_n – коэффициент веса баллов конечного пользователя.

Баланс баллов

B_n – это количество баллов, на момент выставления оценки, минусуя все расходные операции в течении дня.

Вес баллов

K_n – это величина, которая зависит от величины баланса баллов (B_n)

Рейтингом весов приведен в Таблице 1.

Таблица 1. Рейтинг весов

№	Баланс баллов B_n оценивающего	Значение веса баллов k_n
1	(1 – 100]	1
2	(100 – 35 000]	$- 0,086 \times \ln(B_n \times 2) + 1,66$
3	(35 000 – 150 000]	$- 0,0705 \times \ln(B_n) + 1,34$
4	(150 000 – 420 000]	$- 0,00019 \times B_n + 38,77$
5	(420 000 – 580 000]	$- 0,00011 \times B_n + 55,56$
6	(580 000 – ∞)	0,0621

Полученное значение K_n будет округлено до сотых.

Пример расчета рейтинга

Первый пользователь оценил кафе на 5 звезд. На момент голосования у него было 10 000 баллов.

После того, как он поставил оценку и написал комментарий, у него было забрано 500 баллов для того, чтобы увеличить вес, его голоса, и таким образом стало 9500 баллов. 9500 баллов находятся в диапазоне от 100-35 000: используем формулу №2.

$$K_n=-0,086 * LN (9500 * 2) + 1,66=0,8127;$$

Вес оценки получился:

$$V=B_1 \cdot K_1=9500 \cdot 0,8127=7721;$$

Итог: кафе получило оценку в 5 звезд с весом 7721.

Второй пользователь оценил кафе на 4 звезды.

На момент голосования у него было 7 баллов. После этого расходных операций у него не было, следовательно его баланс так же остается не изменяемым, равным 7.

Этот результат входит в диапазон от 1-100, используется формула №1, из чего следует, что его $K_n=1$;

Вес оценки получился:

$$V=7 \cdot 1=7;$$

Итог: кафе получило оценку в 4 звезды с весом 7.

Рейтинг заведения будет рассчитывается как среднее всех оценок, выставленных обоими пользователями:

$$R=(5 \cdot 7721+4 \cdot 7)/(7721+7)=4,99;$$

Таблица 2. Расчет рейтинга по полученным оценкам

Оценка	5	Оценка	4
Было баллов	10000	Было баллов	7
Потратил 500 стало	9500	Не тратил баллы	7
Входит во второй диапазон	0,8127	Входит в первый диапазон	1
Вес	7721	7	
R	4,999094174		

Выводы

Расчеты и внедрение данной формулы в приложении геолокационной социальной сети позволят более точно определять интересующие параметры пользователей, повысит точность сортировки и оптимизирует их время поиска нужной информации.

Литература

1. Какой должна быть формула расчёта рейтинга? [Электронный ресурс]. – URL: <https://qna.habr.com/q/19259> (Дата обращения 01.04.2019).
2. Рейтинг исходя из средней оценки и числа голосов? [Электронный ресурс]. – URL: <https://qna.habr.com/q/3491> (Дата обращения 01.04.2019).
3. Механизм расчета рейтинга [Электронный ресурс]. – URL: <https://clck.ru/Q4bpC> (Дата обращения 01.04.2019).
4. Формула расчета рейтинга [Электронный ресурс]. – URL: <https://clck.ru/Q4brA> (Дата обращения 01.04.2019).
5. Рейтинг (rating/rating point) [Электронный ресурс]. – URL: <https://clck.ru/Q4btC> (Дата обращения 01.04.2019).

УДК 004:624.014.25

**К РАСЧЕТНОМУ ОПРЕДЕЛЕНИЮ
КОЭФФИЦИЕНТА КОНЦЕНТРАЦИИ НАПРЯЖЕНИЙ
В УПРУГО-ПЛАСТИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ НАГРУЖЕНИЯ**

**TO THE CALCULATED DETERMINATION
OF THE STRESS CONCENTRATION COEFFICIENT
IN THE ELASTIC-PLASTIC LOADING REGION**

^{1,2}Ерофеев В.В., ²Трояновская И.П., ¹Шарафиев Р.Г., ³Ерофеев С.В.,
⁴Гребенщикова О.А., ¹Пинегин А.А.,

¹Уфимский государственный нефтяной технический университет,
ул. Космонавтов, 1, г. Уфа, Республика Башкортостан, 450062, Россия ФГБОУ

²ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет»,
г. Троицк, Российская Федерация

³ООО «НПП Плазмотрон»

⁴Филиал ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия
им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»,
г. Челябинск, Российская Федерация

V.V. Erofeev^{1,2}, I.P. Troyanovskaya², R.G. Sharafiev¹, S.V. Erofeev³,
O.A. Grebenschikova⁴, A.A. Pinegin¹,

¹Ufa State Petroleum Technological University,
Kosmonavtov Str., 1, Ufa, Republic of Bashkortostan, 450062, Russia

²FSBEI HE «South Ural state agrarian University»,
Troitzk, Russian Federation

³LLC NPP “Plazmatron”

⁴Air Force Military Educational and Scientific Centre Air Force Academy
n.a. Prof. N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin,
Chelyabinsk, Russian Federation

e-mail: ervv52@mail.ru

Аннотация. В настоящее время в связи с повышением нагруженности сварных металлоконструкций, применяемых на опасных промышленных объектах, возникает потребность в уточнении расчетных методов для оценки их несущей способности при различных условиях эксплуатации. Наличие различного рода дефектов, имеющих место при использовании сварочных технологий, требует учета фактора концентрации напряжений, возникающего вблизи дефектов, который, существенным образом, сказывается на уровне допускаемых напряжений и характере разрушения. Наличие пластических зон вблизи вершины концентраторов существенно усложняет решение задач механики разрушения и сводит их к разряду квазихрупких. В настоящей работе предлагается упрощенная инженерная методика, базирующаяся на подходе А. Нейбера, которая позволяет по данным, полученным ранее о теоретических коэффициентах концентрации, используемых при решении упругих задач, оценить уровень концентрации напряжений в пластических областях, расположенных в окрестности вершины концентраторов, и на их основе расширить возможности использования существующих подходов для решения упругопластических задач.

Abstract. Currently, due to the increased load of welded metal structures used in hazardous industrial facilities, there is a need to refine the calculation methods for assessing their load-bearing capacity under various operating conditions. The presence of various types of defects that occur when using welding technologies requires taking into account the stress concentration factor that occurs near the defects, which significantly affects the level of allowable stresses and the nature of destruction. The presence of plastic zones near the top of the concentrators significantly complicates the solution of problems of fracture mechanics and reduces them to the category of quasi-brittle. In this paper, we propose a simplified engineering technique based on the approach of A. Neiber, which allows us to estimate the level of stress concentration in plastic regions located in the vicinity of the top of the concentrators based on the data obtained earlier about the theoretical concentration coefficients used in solving elastic problems, and on their basis to expand the possibilities of using existing approaches for solving elastic-plastic problems.

Ключевые слова: концентрация напряжений, упруго-пластическая зона, оценка коэффициента концентрации.

Keywords: stress concentration, elastic-plastic zone, estimation of the concentration coefficient.

Наличие концентрации напряжений вносит специфические особенности в характер деформирования металла в зонах, расположенных вблизи концентратора.

Во-первых, вблизи концентратора образуются пластические области, в которых происходит снижение уровня напряжений по сравнению с упругими распределениями, получаемыми из решения теоретических задач теории упругости [1-5] (рисунок 1, а, б).

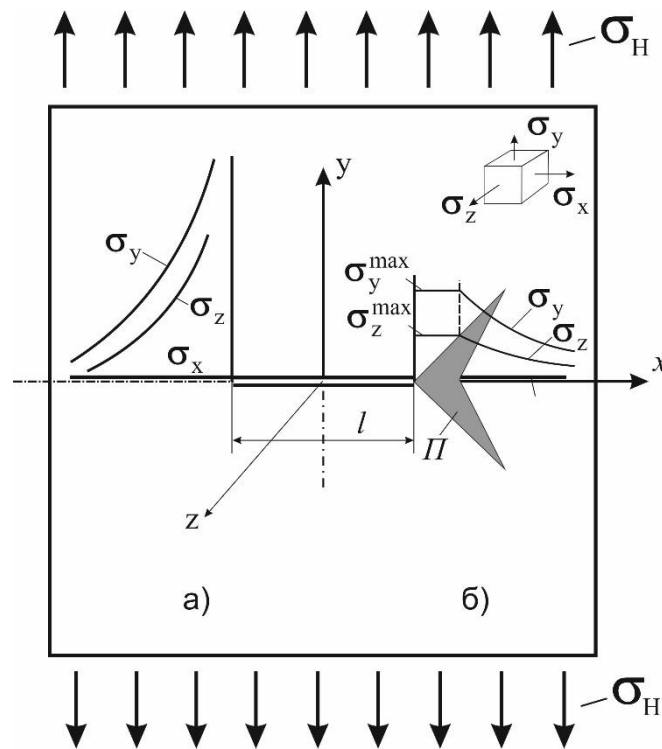


Рисунок 1. Распределение упругих напряжений $\sigma_y, \sigma_x, \sigma_z$ (а) и напряжений $\sigma_y, \sigma_x, \sigma_z$ в пластической зоне (I) вблизи вершины концентратора (б) (по центральной оси симметрии ($x = 0$))

Во-вторых, в данных областях (Π) наблюдается плоское напряженно-деформированного состояние, характеризующееся показателем жесткости напряженного состояния Π_{max} и коэффициентом стеснения пластических деформаций Q ([6, 7]):

$$\Pi_{max} = (\sigma_{y}^{max} + \sigma_{x}^{max} + \sigma_{z}^{max}) / 3T_i = 2Q - 1, \quad (1)$$

где σ_{y}^{max} , σ_{x}^{max} , σ_{z}^{max} – главные напряжения в зоне концентрации; T_i – интенсивность касательных напряжений.

Уравнения для определения максимальных напряжений имеют следующий вид:

$$\begin{aligned} \sigma_{y}^{max} &= a_{\sigma} \cdot \sigma_H; \\ \sigma_{z}^{max} &= 0,5 a_{\sigma} \cdot \sigma_H; \\ \sigma_{x}^{max} &= 0. \end{aligned} \quad (2)$$

где a_{σ} – коэффициент концентрации напряжений в пластической области деформирования вблизи вершины концентратора.

С учетом представленных соотношений (2) при значениях интенсивности касательных напряжений $T_i = 0,5\sigma_H$ имеем

$$\begin{aligned} \Pi &= a_{\sigma}; \\ Q &= 0,5 (a_{\sigma} + 1). \end{aligned} \quad (3)$$

Как было показано в работах [6, 7 и др.], максимальные напряжения в пластической зоне σ_{y}^{max} при известных значениях коэффициента стеснения пластических деформаций Q определяются по формуле

$$\sigma_{y}^{max} = Q\sigma_B, \quad (4)$$

откуда

$$\sigma_{y}^{max} = 0,5 (a_{\sigma} + 1) \sigma_B. \quad (5)$$

Исходя из соотношений (2) и (5) можно определить среднее номинальное напряжение σ_H , при котором наблюдается предельно равновесное состояние вблизи концентратора напряжений, сопровождающееся процессом разрушения, имеющим квазистатический характер, с образованием шейки в месте излома.

$$\sigma_H = 0,5\sigma_B [(a_{\sigma} + 1) / a_{\sigma}] \quad (6)$$

Нетрудно заметить, что данное соотношение при отсутствии концентрации напряжений (т.е. при $a_{\sigma} = 1$) дает $\sigma_H = \sigma_B$.

Важным этапом в процессе оценки несущей способности металлоконструкций, учитывающей фактор концентрации напряжений, является расчетное определение коэффициента концентрации напряжений в упруго-пластической зоне a_{σ} .

В работе [8] на основании подхода А. Нейбера [9] была установлена связь между теоретическим коэффициентом концентрации напряжений, полученным на основании упругого решения о напряженном состоянии в окрестности вершины концентратора K_{σ} , и коэффициентом концентрации напряжений a_{σ} , описывающим эффект концентрации напряжений в пластической зоне:

$$a_{\sigma} = K_{\sigma}^{[2m/(1+m)]} [\sigma_{\text{н}}/\sigma_{\text{т}}]^{(m-1)/(1+m)}, \quad (7)$$

где $\sigma_{\text{т}}$ – предел текучести материала конструкций;
 m – степень деформационного упрочнения материала, кривая деформирования которого представлена в виде

$$\sigma_{\text{т}} = \sigma_{\text{т}} (\varepsilon_{\text{т}} / \varepsilon_{\text{т}})^m \quad (8)$$

Соотношение (7) с учетом полученного в настоящей работе выражения (6) для определения среднего номинального напряжения $\sigma_{\text{н}}$ после несложных математических преобразований может быть представлено в следующем виде

$$a_{\sigma} = K_{\sigma} [(a_{\sigma} + 1) / 2\gamma]^{(m-1)/(2m)}, \quad (9)$$

где $\gamma = \sigma_{\text{т}}/\sigma_{\text{в}}$ – показатель деформационного упрочнения материала.

Следует отметить, что параметр m , входящий в выражение (9), не относится к сертификационным характеристикам на материал, что затрудняет использование данного подхода для инженерных расчетов.

Для упрощения процедуры пересчета коэффициентов концентрации напряжений K_{σ} в a_{σ} воспользовались результатами работы [10], в которой была установлена связь между параметром деформационного упрочнения материала $\gamma = \sigma_{\text{т}}/\sigma_{\text{в}}$ и степенью деформационного упрочнения материала m в виде соотношения

$$\gamma = [0,0054/m]^m \quad (10)$$

Данное соотношение является итерационным относительно параметра m и не может быть представлено в замкнутом виде.

Расчетные дискретные значения функции $m=m(\gamma)$, полученные методом итерации с применением соотношения (10), а также аппроксимированная зависимость (11) приведены на рисунке 2.

$$m = 0,4(1 - \gamma) \quad (11)$$

Данное выражение (9) также является итерационным по отношению к a_{σ} и не решается в замкнутом виде.

Приближенное решение данного уравнения (9) для двух диапазонов изменения коэффициентов концентрации K_{σ} , с учетом взаимосвязи между m и γ , в виде (11) было представлено соотношениями (12) и (13) (рисунок 3):

$$1 < K_{\sigma} < 3; \quad a_{\sigma} = 1 + [0,1 + 0,5(1 - \gamma)] (K_{\sigma} - 1); \quad (12)$$

$$K_{\sigma} > 3; \quad a_{\sigma} = 1,2 + (1 - \gamma) + 0,35(1 - \gamma) (K_{\sigma} - 3). \quad (13)$$

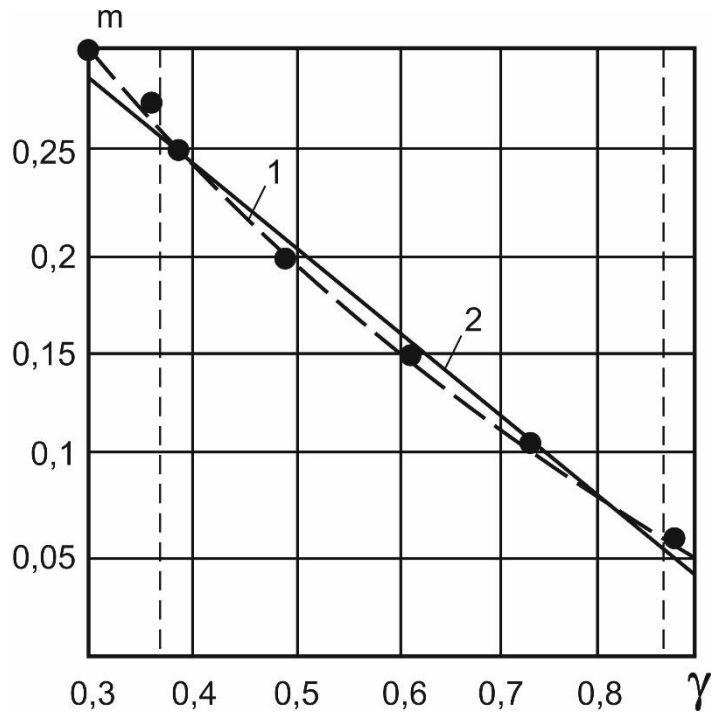


Рисунок 2. Зависимость $m=m(\gamma)$: 1, 2 – соотношение (10) и (11),
 • – дискретные расчетные значения m

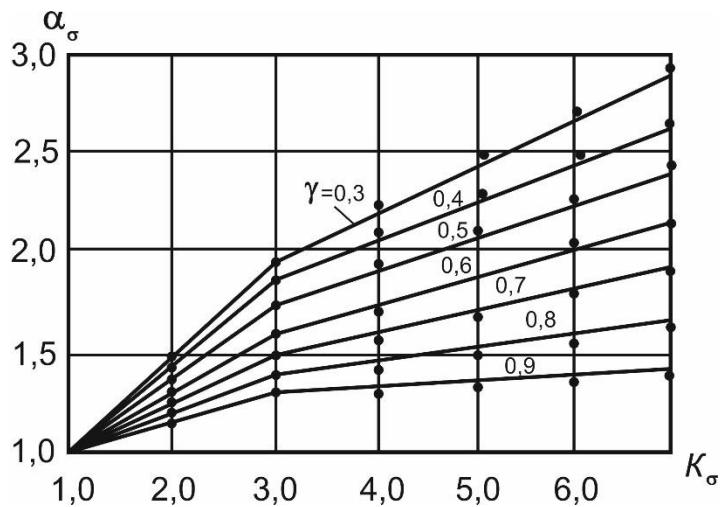


Рисунок 3. Аппроксимированная зависимость $a_\sigma = a_\sigma(K_\sigma, \gamma)$
 (— — зависимость (12) и (13): • – дискретные значения по (9))

Предложенная расчетная методика по определению коэффициента концентрации напряжений в упругопластической области, расположенной вблизи вершины концентраторов a_σ , по информации о теоретическом коэффициенте концентрации K_σ , полученной на основании теоретических решений или экспериментальных данных для различных видов концентраторов (типа непроваров, трещин и др.), а также геометрических несовершенств металлоконструкций (разнотолщинности, угловатости, галтелей и т.п.) расширяет ее возможности для использования при решении упругопластических задач при наличии эффекта концентрации напряжений.

Литература

1. Гареев, А.Г. Особенности разрушения материалов нефтегазопроводов / А.Г. Гареев, М.А. Худяков, и др. – Уфа: Гилем, 2006. 156 с.
2. Николаев, Г.А. Сварные конструкции. Расчет и проектирование: Учебник для вузов / Г.А. Николаев, В.А. Винокуров. – М.: Высшая школа, 1990. 446 с.
3. Савин, Г.Н. Справочник по концентрации напряжений / Г.Н. Савин, В.И. Тульчий – Киев: Высшая школа, 1976. 412 с.
4. Турмов, Г.П. Определение коэффициентов концентрации напряжений в сварных соединениях / Г.П. Турмов // Автоматическая сварка – 1976, №10. С. 14-17.
5. Ерофеев, В.В. К вопросу о расчетном определении коэффициентов концентрации напряжений в сварных соединениях оболочковых конструкций, выполненных угловыми швами / В.В. Ерофеев, С.Е. Ерофеев, Р.Г. Шарафиев, В.Б. Кульневич // Сборник научных трудов ИПТЭР – Уфа, 2009. С. 13-16.
6. Шахматов М.В. Технология изготовления и расчет сварных оболочек / М.В. Шахматов, В.В. Ерофеев, В.В. Коваленко. – Уфа: Полиграфкомбинат, 1999. – 272 с.
7. Шахматов М.В. Работоспособность и неразрушающий контроль сварных соединений с дефектами. / М.В. Шахматов, В.В. Ерофеев, В.В. Коваленко. – Челябинск: ЦНТИ, 2000. – 227 с.
8. Зайнуллин, Р.С. Сертификация нефтегазохимического оборудования по параметрам испытаний / Р.С. Зайнуллин, Р.Г. Шарафиев – М.: Недра, 1998. 445 с.
9. Нейбер, Г. Концентрация напряжений / Пер. с нем. под ред. А.И. Лурье. – М.: Гостехиздат, 1947. 204 с.
10. Трощенко, В.Т. Усталость и неупругость металлов – Киев: Наукова думка, 1971. 267 с.

УДК 004.9

**ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ
В ГАВАНСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ****INNOVATIVE TEACHING METHODS AT
HAVANA UNIVERSITY OF INFORMATION TECHNOLOGIES**

Алеман Й.А., Зинченко Н.В., Милан М. Я.-К., Михайловская И.М.,
Уфимский государственный нефтяной технический университет,
ул. Космонавтов, 1, г. Уфа, Республика Башкортостан, 450062, Россия

J.A. Alemán J.A., N.V. Zinchenko, M. Ya.-K. Milan, Mikhaylovskaya I.M.,
Ufa State Petroleum Technological University,
Kosmonavtov Str., 1, Ufa, Republic of Bashkortostan, 450062, Russia

e-mail: nata_zincheno@bk.ru

Аннотация. Университет информационных технологий (UCI) (на испанском языке), основанный в 2002 году в разгар Битвы идей – учреждение при Министерстве высшего образования Республики Куба базируется в Гаване. Это учебно-продюсерский центр, первоначально называемый «Проект будущего». Работа университета направлена на осуществление двух целей: компьютеризация страны и развитие индустрии программного обеспечения, которая способствует экономическому росту республики.

Там готовят высококвалифицированных специалистов в области информатики, используя нетипичную и гибкую модель обучения, основанную на совмещении учебы и работы.

Abstract. The University of Information Sciences (UCI) (in Spanish), founded in 2002 at the height of the Battle of Ideas, is an institution under the Ministry of Higher Education of the Republic of Cuba based in Havana. This is a training and production center, originally called Project of the Future. The work of the university is aimed at achieving two goals: computerization of the country and the development of the software industry, which will contribute to the economic growth of the republic. They train highly qualified specialists in the field of computer science using an atypical and flexible training model based on combining study and work.

Ключевые слова: Гаванский университет информационных технологий, технопарк, экосистема, научно-технологический парк, инновации, проекты, обучение, бизнес-инкубатор, исследовательский центр, бизнес.

Keywords: Havana University of Information Technologies, technopark, ecosystem, science and technology park, innovations, projects, training, business incubator, research center, business.

Международная ассоциация технопарков (IASP) провозгласила Университет информационных технологий первым научно-технологическим парком Кубы (РСТ) (на испанском языке). Он предоставляет возможности обучения на курсах, прохождения тренингов и стажировок. В университете проводят научные мероприятия, которые служат местом для обмена знаниями и профессиональным опытом.

Научно-технологический парк – это:

- пространство для инноваций и генерации идей;
- средство для управления потоком знаний, которое создает связь между компаниями, исследовательскими центрами и университетами;
- бизнес-инкубатор, где реализуются проекты и рождаются новые компании, которые вносят вклад в благосостояние общества и которые завтра будут способствовать экономическому, социальному или технологическому развитию страны.

Планируется формирование вокруг парка экосистемы, предназначенной для разработки методов, распространения знаний и передаче технологий.

РСТ призван служить мостом между университетами и исследовательскими центрами, компаниями и рынками. Парк представляет собой динамичную связь между академическим, научным миром и миром бизнеса. Последний требует решений, необходимых для его развития, а университет предоставляет научные знания, и в этой экосистеме они реализуются в форме проектов.

Особенности компании, образованной технопарком и университетом, позволяют университету:

- участвовать в управлении и стратегии развития парка,
- вводить менеджеров в совет директоров,
- полученные дивиденды инвестировать в проекты, которые осуществляются в парке.

Идея состоит в том, что проекты R + D + I (исследования, разработки и инновации) объединяются в парке, это может осуществляться с помощью любой из форм управления, которые существуют в кубинской экономической и социальной модели.

Проект может быть представлен самим UCI, другим университетом, исследовательским центром, компанией, негосударственным предприятием или иностранным инвестором.

Процесс отбора проектов происходит после оценки группой экспертов – техническим консультативным советом (СТА).

Отбор проводится очень тщательно, чтобы гарантировать, что результат, полученный после реализации проекта, действительно повлияет на экономическое и социальное развитие. Поэтому главный критерий – актуальность проекта.

Университет успешно сотрудничал с государственными и иностранными компаниями, индивидуальными предпринимателями. Были разработаны приложения для Министерства строительства (AICROS). Хорошо известны в стране приложения toDus, Picta и Arklis, операционная система Nova на процессоре китайского производства. Есть несколько успешных проектов в области медицинской информатики.

Университет располагает людскими ресурсами для формирования временных творческих коллективов. Технопарк руководит этим коллективом, организует его работу в рамках проекта, использует преимущества парка для продвижения проекта.

Парк помогает и упрощает научные разработки, но это бизнес. Он должен быть прибыльным, потому что в противном случае парк как инфраструктура не сможет использовать полученные результаты, чтобы гарантировать собственный рост.

Большинство парков в мире связаны с университетами или исследовательскими центрами, потому что парк стимулирует проекты университетов, которые генерируют знания.

В научно-технологическом парке катализируется цикл бизнес-решений: университет генерирует знания, которые превращаются в технологии, технологии превращаются в проект, проект – в решение, решение – в бизнес (рисунок).



Рисунок. Цикл бизнес-решений

Основным источником интеллектуальных ресурсов технопарка является, в первую очередь, Университет информационных технологий, но для участия в проектах в качестве специализированного персонала или функциональных экспертов, могут быть привлечены сотрудники других университетов страны или квалифицированный персонал государственных компаний.

Научно-технологический парк Гаваны в UCI станет площадкой для выполнения проектов НИОКР в области информационных и коммуникационных технологий и,

исходя из соотношения выгод и стимулов, ускорится получение результатов, влияющих на экономическое и социальное развитие страны.

Благодаря инкубации новых организаций, структура бизнеса в сфере ИТ-приложений и услуг будет укреплена, а универсальность ИКТ будет использоваться для получения результатов, влияющих на все секторы экономики и общества.

Научно-техническая деятельность в Гаванском университете является неотъемлемой частью работы профессоров, исследователей и студентов. Качественное обучение поддерживается высококонкурентным преподавательским составом, что возможно только в том случае, если он сам занимается научной деятельностью, связанной с конкретной областью знаний.

Научные результаты университета являются выражением консолидированной деятельности, это проявляется в растущем научном производстве, которое постоянно пытается реагировать на проблемы, существующие в общественной жизни страны. Ведется работа по достижению научных результатов, которые соответствуют потребностям развития страны и территории. Признано, что практически во всех сферах деятельности университет достиг ведущих позиций или международного признания.

Выводы

Расширение исследований и повышение научного уровня технопарка напрямую влияет на качество подготовки выпускников. Показатели, измеряющие эффективность исследовательской деятельности, такие как: количество публикаций в национальных и международных журналах, издание книг и монографий, получение патентов и регистраций, экономический вклад во внедрение результатов научно-технической деятельности и организация мероприятий, а также защита магистров и докторантов, среди прочего, показали очень хорошие результаты.

UCI делает акцент на производство в рамках учебного процесса. Со второго или третьего года обучения, студенты могут быть связаны с производственными проектами, которые вносят свой вклад в экономику страны.

Научные мероприятия дополняют учебную программу. Это создает творческое пространство для исследований и инноваций, развития навыков в области использования компьютерных технологий.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОНОМИКЕ, УПРАВЛЕНИИ И БИЗНЕСЕ

УДК 004. 453

УПРАВЛЕНИЕ ИТ-АКТИВАМИ. АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ К ПРОЦЕССУ IT ASSET MANAGEMENT. ANALYSIS OF REQUIREMENTS TO PROCESS

Полянская В.И., Ишмухаметова А.А.,
Уфимский государственный нефтяной технический университет,
филиал в г. Салават, ул. Губкина, 22б, г. Салават, Республика Башкортостан,
453250, Россия

V.I. Polyanskaya, A.A. Ishmukhametova,
Ufa State Petroleum Technological University,
Branch in the Salavat, Gubkin Str., 22b, Salavat, Republic of Bashkortostan,
453250, Russia

e-mail: vika338877@gmail.com

Аннотация. Для успешного функционирования организации необходимо понимать важность, своевременность, достоверность и точность информации об использовании ИТ-активов. Рассмотрен процесс «Управление ИТ-активами». В каждой конкретной организации, как правило, внедряется свой набор бизнес-процессов для управления ИТ-активами, но среди них можно выделить ряд наиболее важных и традиционно реализуемых: планирование, закупка, распределение и управление нематериальными активами. Дана общая характеристика процесса: определены границы и ресурсы. Процесс был разбит на его составляющие и выделен бизнес-процесс «Управление нематериальными активами». Данный бизнес-процесс связан с наличием большого объема данных. В статье предложены пути улучшения бизнес-процесса. Цель процесса «Управление ИТ-активами» и состоит в том, чтобы синхронизировать процессы управления информационными технологиями с деятельностью предприятия и бизнес-целями подразделений: уменьшить стоимость владения; улучшить эксплуатационную эффективность; минимизировать риски. Модели процесса и бизнес-процесса описаны с помощью методологии IDEF0. Были выявлены требования окружения существующего бизнес-процесса и на основании этих требований было предложено использовать новые инструменты и процессы для сбора, формирования, управления, анализа и использования данных о нематериальных активах в части программных обеспечений. Использование таких инструментов позволит стимулировать и улучшать знания организации об ИТ-активах и процесс принятия решений. Поставленную задачу предлагается решать с помощью веб-технологии.

Abstract. For an organization to function successfully, you need to understand the importance, timeliness, reliability, and accuracy of information about the use of IT assets. The process “IT asset Management”. Each specific organization usually implements its own set of business processes for managing it assets, but some of them are the most important and traditionally implemented: planning, purchasing, distribution, and management of intangible assets. The General characteristic of the process is given: borders and resources are defined.

The process was divided into its components and the business process “management of intangible assets” was highlighted. This business process is associated with the availability of a large amount of data. The article suggests ways to improve the business process. The goal of the “IT asset Management” process is to synchronize information technology management processes with the activities of the enterprise and business goals of divisions: reduce the cost of ownership; improve operational efficiency; minimize risks. The process and business process models are described using the IDEF0 methodology. The requirements of the existing business process environment were identified and based on these requirements, it was proposed to use new tools and processes for collecting, forming, managing, analyzing and using data on intangible assets in software. Using such tools will help to stimulate and improve the organization's knowledge of IT assets and decision-making process. This task is proposed to be solved using web technology.

Ключевые слова: бизнес-процесс, ИТ-актив, управление нематериальными ресурсами, лицензия, риски.

Keywords: business process, IT asset, the management of intangible resources, license, risks.

Высшему руководству организации, ее работникам и заинтересованным сторонам следует осуществлять планирование, управляющую деятельность (например, воздействуя политиками, процессами или мониторингом) и деятельность по мониторингу для того, чтобы использовать перспективные возможности и снижать риски до приемлемого уровня.

Внутри предприятия происходит непрерывное перемещение информации: от руководителей к исполнителям (и обратно), от одного структурного подразделения к другому, от внешних источников к внутренним потребителям.

С этой целью на предприятиях необходимо внедрять системы управления информационными ресурсами, включая управление всеми компьютерными ресурсами предприятия на стратегическом, текущем или операционном уровнях.

К рассматриваемым информационным ресурсам следует отнести ведение актуальной информации о состоянии информационных ресурсов, учет лицензий на ПО, планирование бюджета, и учет контрактных обязательств, связанных с закупкой и эксплуатацией ПО.

Процесс: «Управление ИТ активами» (рисунок 1) занимается обеспечением ИТ активами производственно-хозяйственной деятельности, а также ведением актуальной информации о жизненном цикле ИТ-активов для принятия управленческого решения начальником ИТ службы. В организации данный процесс является постоянным.

Предприятия постоянно изменяются, а, значит, меняются и их требования к существующим процессам.

Проведен анализ требований к процессу. Результаты анализа представлены в таблице 1. Оценка требований производилась по пятибалльной шкале (1 – очень плохо, 3 – средне, 5 – отлично).

Под «Полнотой контрактной информации, связанной с ИТ-активами» понимается: доля ИТ-активов (от общего числа ИТ-активов), связанных с договорами (приобретения/аренды/лизинга), доля договоров поддержки (от общего числа договоров поддержки), связанных с ИТ-активами. 2 балла было поставлено, так как информация о связи ИТ-актив – договор находится в разрозненном состоянии и приводит к невозможности сопоставления инвентарной, контрактной и финансовой информации об ИТ-активе.

Таблица 1. Основные требования к существующему процессу «Управление ИТ-активами»

№	Требование	Клиент	Оценка
1	Полнота контрактной информации, связанной с ИТ-активами	Проектная организация	2
2	Полнота инвентарных данных об ИТ-активах	Проектная организация	3
3	Полнота финансовой информации об ИТ-активах	Проектная организация	3
5	Оптимальное использование ИТ-активов	Проектная организация	4
6	Минимизация рисков несоответствия требованиям внешних и внутренних регуляторов	Проектная организация	4

Под «Полнотой инвентарных данных об ИТ-активах» понимается: доля ИТ-активов (от общего числа ИТ-активов) с полностью заполненными ключевыми инвентарными параметрами (серийный номер, hostname и т.п.). Было поставлено 3 балла, так как данные об инвентарных параметрах ведутся в таблицах Excel и не учитывают всех параметров, а также на это влияет человеческий фактор.

Под «Полнотой финансовой информации об ИТ-активах» понимается: доля ИТ-активов (от общего числа ИТ-активов), с полностью заполненными ключевыми финансовыми параметрами. Было поставлено 3 балла, так как данные о финансовом состоянии есть, но находятся в разрозненном состоянии. Например, когда ИТ-актив приобретается вся финансовая информация об ИТ-активах находится в бухгалтерии и для того, чтобы руководитель службы информационных технологий мог получить эту информацию ему необходимо обращаться в бухгалтерию. Так же для поиска необходимой информации необходимо найти договор, который находится в канцелярии или на портале его сканированную копию.

Под «Оптимальным использованием ИТ-активов» понимается: наличие в компании пере- или недолицензирования ПО, количество ИТ-активов (по категориям), закрепленных за конкретным сотрудником, доля ИТ-активов от общего числа для которых истек (или истекает) срок гарантии. Было поставлено 4 балла так как, требование «Оптимальное использованием ИТ-активов» является в организации очень важным и проводится в соответствии с планом, но происходит это в ручном режиме.

Под «Минимизацией рисков несоответствия требованиям внешних и внутренних регуляторов» понимается: присутствие правоустанавливающие документы подтверждают факт приобретения и владения лицензиями ПО. К правоустанавливающим документам кроме лицензионного соглашения и соответствующей копии ПО для установки, относится доказательство приобретения (оплаченный счет, чек и т.п.). Было поставлено 4 балла так как, в организации не было случаев с отсутствием правоустанавливающих документов, однако необходимо минимизировать этот риск, чтобы не привлечь штрафных санкций.

Функциональная модель – описывает совокупность выполняемых системой функций, характеризует морфологию системы – состав функциональных подсистем, их взаимосвязи.

На рисунке 1 изображена модель процесса «Управление ИТ-активами», выполненная в методологии IDEF0.

Управление ИТ-активами позволяет организации оценить потребность в активах и системах активов, а также оценить их производительность на различных уровнях. Дополнительно, управление активами позволяет применять аналитические подходы к управлению активами в течение различных этапов их жизненного цикла (которые могут начинаться с определения потребности в активе и заканчиваться выводом его из эксплуатации).

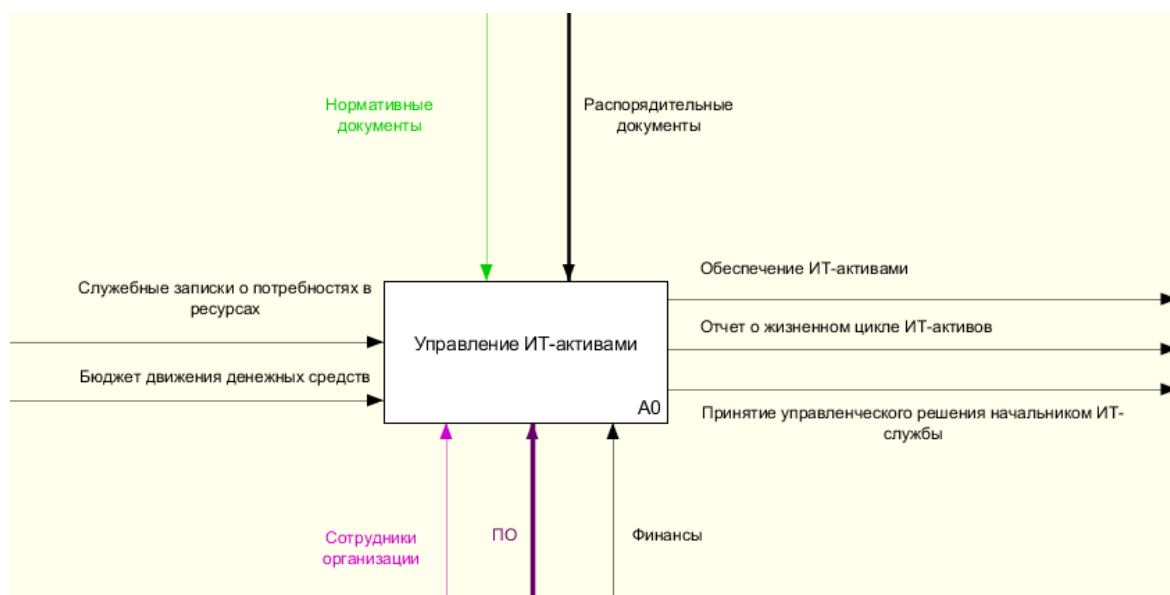


Рисунок 1. Схема процесса «Управление ИТ-активами» в методологии IDEF0

Входом в процесс является:

- служебные записки о потребностях в ресурсах;
- бюджет движения денежных средств.

Выходом процесса является:

- обеспечение ИТ-активами;
- отчет о жизненном цикле ИТ-активов;
- принятие управленческого решения начальником ИТ-службы.

Управление в процессе:

- нормативные документы;
- распорядительные документы.

Ресурсы в процессе:

- человеческие: сотрудники планово-экономического отдела, тендерной службы, бухгалтерии, ИТ службы.
- технические: 1С: Бухгалтерия, офисный пакет «Microsoft Office».
- материальные: денежные средства.

Процесс имеет следующие метрики:

- более эффективное использование активов;
- уменьшение времени на контроль и учет;
- время простоя производственного сотрудника;
- увеличение сроков разработки проектной организации.

На рисунке 2 представлена декомпозиция родительской модели процесса «Управление ИТ-активами».

Бизнес-процесс «Управление нематериальными активами» предназначен для принятия оперативных управленческих решений для снижения издержек и предоставления актуальной информации о жизненном цикле ИТ-активах.

«Управление нематериальными активами» выполняется на низком уровне, учет списанных и новых ИТ-активов ведется выборочно.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что в бизнес-процессе «Управление нематериальными активами» КАК ЕСТЬ (рисунок 3) присутствуют риски, которые необходимо минимизировать.

Важно учитывать информацию о связях между ИТ-активами и организовать учет лицензий, добавить планирование ИТ-активов на следующий период.

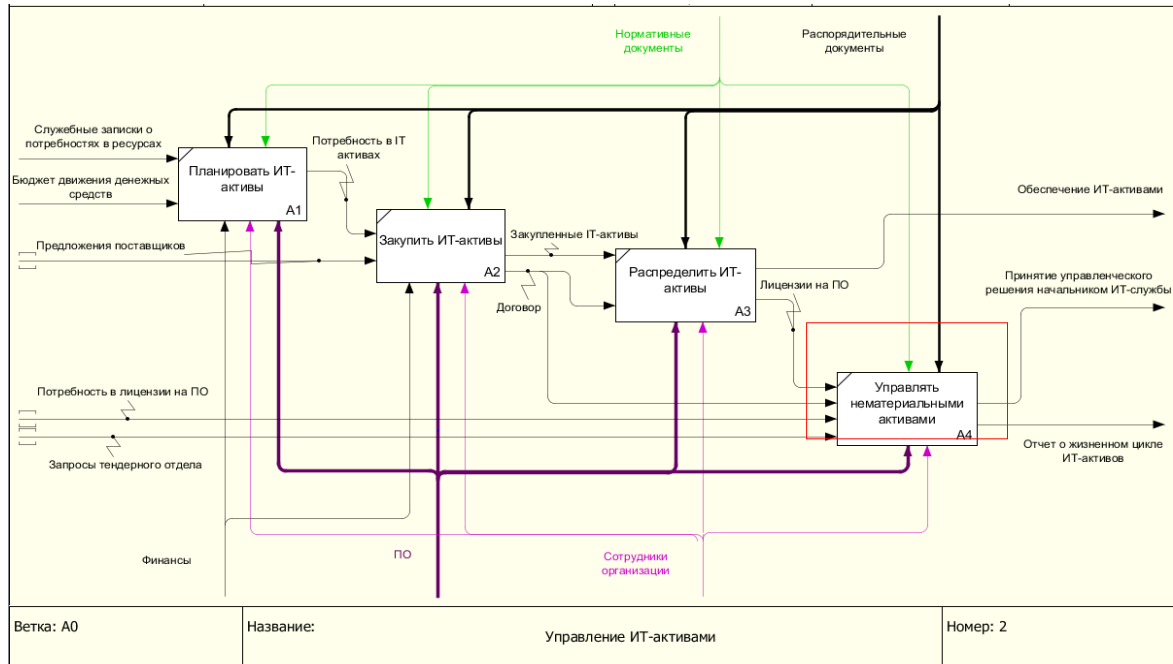


Рисунок 2. Декомпозиция родительской модели процесса «Управление ИТ-активами»

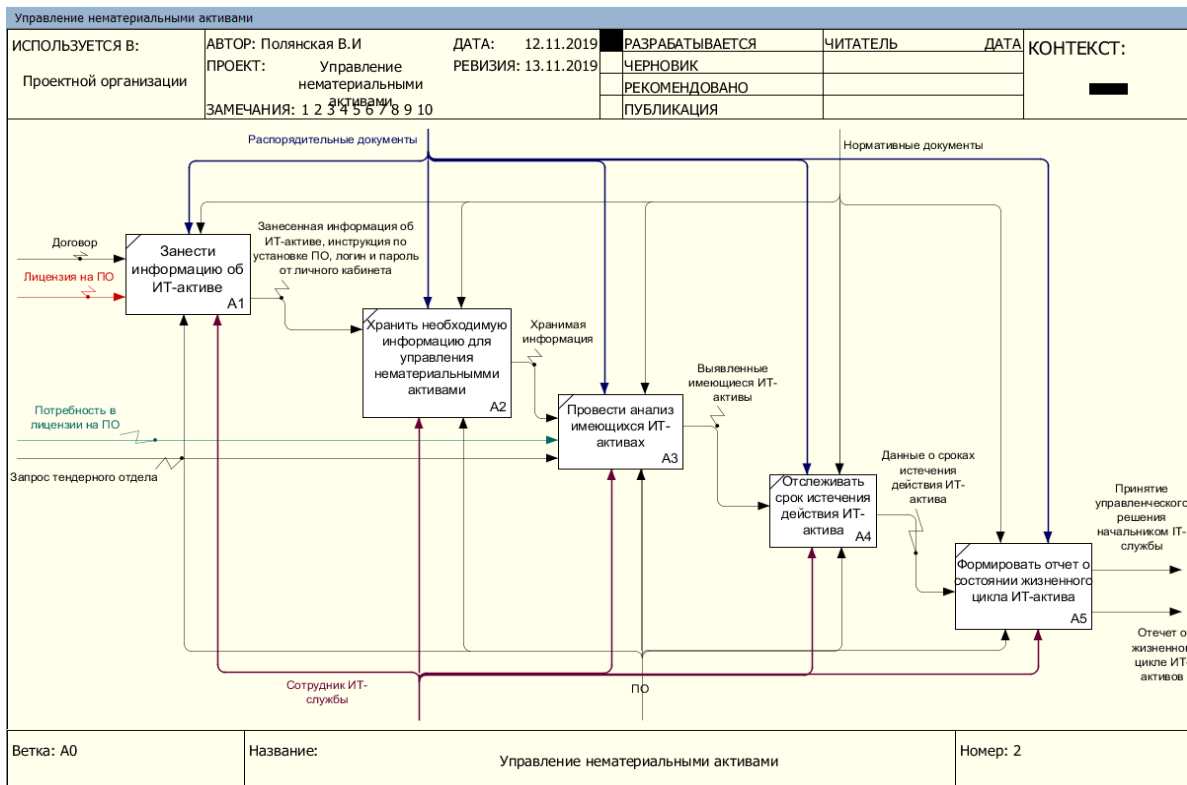


Рисунок 3. Декомпозиция бизнес-процесса «Управление нематериальными активами» «КАК ЕСТЬ»

Выводы

Единственный способ достижения поставленной цели заключается во внедрении приложения, с использованием комплекса современных информационных технологий, влияющих на модернизацию внутренних процессов организации. Предлагается использовать, распространенные на сегодняшний день, web-технологии для управления

бизнес-процессом «Управление нематериальными активами» в части программного обеспечения.

Благодаря приложению, на предприятии повысится прозрачность ведения процесса «Управление ИТ-активами», где начальник информационных технологий будет иметь возможность принимать оперативное решение согласно отчету о состоянии ИТ-активов, в соответствии с заключенными договорами с вендорами о заявленных лицензиях на программное обеспечение. С помощью приложения можно ускорить и упростить обработку данных фирмы. В частности, повышение эффективности контроля за использованием программного обеспечения, договорных обязательств, за счет обеспечения централизованного и структурированного хранения, поиска и анализа информации.

Литература

1 Левина Т.М., Бажанова Т.В. Удаленное предоставление производственной информации по запросу пользователя // Сборник тезисов докладов VI Научно-технической конференции молодых специалистов ООО «БашНИПИнефть» 2016. С. 115-116.

2 Ахметова О.В., Левина Т.М., Родионов А.С. Экспертные системы: учебное пособие // Уфа, 2014. 58 с.

УДК 004:33824:630228

ПОДХОДЫ К АВТОМАТИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

APPROACHES TO THE AUTOMATION OF INNOVATIVE ACTIVITIES

Семенов С.В., Шапель Д.А.,
Тверской государственный университет
НИИ «Центрпрограммсистем»
г. Тверь, Российская Федерация

S.V. Semenov, D.A. Chapelle,
Tver State University
Research Institute “Centerprogramsystem”
Tver, Russian Federation

Аннотация. Конкурентоспособность в современной экономике основана на инновациях, появляющихся как результат инициативных предложений. Обработка потока инициативных предложений, оценка и отбор наиболее перспективных из них – основа потока хорошо проработанных инновационных проектов. В настоящее время для успешной поддержки оценки, выбора и реализации инновационных проектов необходимы следующие три основных условия: хорошая методология, хороший инструмент поддержки и соответствующая инновационная инфраструктура. Наиболее целесообразно эти условия реализовывать в виде цифровой платформы поддержки инновационной деятельности.

Abstract. Competitiveness in the modern economy is based on innovations that appear as a result of initiative proposals. Processing the flow of initiative proposals, evaluating and selecting the most promising of them is the basis of the flow of well-developed innovative

projects. Currently, the following three basic conditions are required to successfully support the assessment, selection and implementation of innovative projects: a good methodology, a good support tool, and an appropriate innovation infrastructure. It is most expedient to implement these conditions in the form of a digital platform for supporting innovation.

Ключевые слова: инновация, инновационная модель, инновационная деятельность, информационные технологии, цифровая платформа.

Keywords: innovation, innovation model, innovation activity, information technology, digital platform.

Экономические модели рыночной экономики находятся в постоянном развитии [1]. Это связано с тем, что ключевые вопросы экономики (конкурентоспособность, эффективность, производительность труда и пр.) в сильной степени зависят от общих мировых тенденций, в частности от процессов цифровизации и глобализации.

Сегодня конкуренция также носит глобальный характер.

Трудно найти примеры производства изделий, в которых все комплектующие и само производство находятся в одной стране. Это общемировая практика повышения эффективности промышленной деятельности в условиях свободного рынка.

Экономическая модель, функционирующая в мировых экономиках, имеющих на сегодняшний день наиболее значимые показатели, имеет ярко выраженный *инновационный характер*.

Конкурентоспособность изделий, технологий, предприятий напрямую зависят от количества инновационных решений, имеющих правовую защиту.

Инновации, оцененные в стоимостном выражении и защищенные патентным или авторским правом, являются, с одной стороны, существенной мерой *капитализации предприятия*.

С другой стороны, они позволяют осуществлять производственную деятельность в рамках международного правового поля.

Защитные правовые механизмы при этом создают барьер для конкурентов аналогичного производства. Другими словами, в современных условиях все более затруднительно начинать (продолжать) производство без инноваций и их *правового обеспечения*.

Инновационная экономика имеет ряд существенных отличий от предыдущих моделей, основанных на изучении и удовлетворении спроса [2].

Основным характерным признаком инновационной экономики является, то, что новые товары и изделия появляются в результате инициативы одного или нескольких человек, являющихся авторами некой новой идеи. Причем, эти люди, в общем случае, могут и не иметь отношения к процессу создания аналогичных изделий.

Инновационная идея, пройдя обоснование на новизну, реализуемость и выгодность, становится *инновационным проектом*.

Для продвижения инновационных проектов, в странах с рыночной экономикой, создается *инновационная система* (включающую инновационную инфраструктуру), позволяющая поддержать продвижение инновационной идеи.

В конкурентной борьбе инновационных идей и проектов рождаются изделия с высокой конкурентоспособностью мирового уровня.

В российской экономике, имеющей свои особенности, регулярные административные *кампании* по модернизации, информатизации, импортозамещению и т.п., подменили реальные действия и отвлекли ресурсы для реального перехода экономики в конкурентоспособное состояние.

Проекты со значительными бюджетами, освоенными в целях развития инновационной инфраструктуры (инновационной системы), не оставляют никаких видимых результатов [3].

Этому есть как объективные, так и субъективные причины, подробный анализ которых выходит за рамки данной статьи. Однако, можно отметить, что российская экономика пока не отошла от сырьевой модели как получения денег, так и их субъективного распределения. При этом невосполнимо разрушены целые отрасли индустрии, исчезли многие отечественные узкоспециализированные производства и цепочки кооперации, составляющие основу высокотехнологичной промышленности. Значительно деградировала инженерная база и уровень квалификации, отсутствуют современные лаборатории, НИИ и КБ, занимающиеся проектированием новых изделий. Многие предприятия промышленности поменяли отечественных собственников на иностранных.

Существенным фактором *субъективного характера*, тормозящим становление ключевых, жизненно важных технологий, инновационной модели развития в целом, стала тотальная *зависимость* от высокотехнологичного импорта без малейших заградительных и защитных мероприятий для собственных аналогов и уникальных разработок.

Немногие вузы готовят специалистов в области инновационной деятельности.

Доля предприятий в стране, находящихся в условиях свободного рынка (потенциальные потребители и генераторы инноваций) и выдаваемых официальной статистикой за отечественные, на самом деле критически мала.

В сложившихся условиях инновационной деятельностью могут заниматься только крупные корпоративные и военные структуры [4]. При этом военно-промышленный комплекс продолжает оставаться одной из ключевых отраслей экономики, бюджетных расходов и ключевых приоритетов (в том числе для обеспечения экономического суверенитета).

Малый и средний бизнес, пытающийся работать в инновационной сфере, системно пока обречен на неудачу.

По определению, инновационная деятельность (например, малого инновационного предприятия) – это процесс создания интеллектуальной собственности (проектов), которые должны быть востребованы предприятиями для реализации инновационной продукции. Но в сложившейся системе никто не финансирует, не инвестирует и не покупает «бумажные» проекты. А затевать собственное, даже опытное производство малому инновационному предприятию не под силу.

Эту роль и должна выполнять инновационная инфраструктура, помогающая малому бизнесу на самокупаемой основе оформлять проекты, помогать искать инвесторов, помогать управлять продвижением и реализацией проектов и т.п. [5].

Справедливости ради нужно отметить, что в стране имеются точеные успехи в организации инновационной деятельности. Но они являются, скорее исключениями, имеющими явный личностный характер и харизму. И это лишний раз становится примером, доказательством перспективности инновационной модели даже в условиях структурного прессинга.

В корпоративных структурах есть возможность организовать довольно эффективную, сглаженную систему поэтапной разработки и передачи инновационных (инициативных) проектов без «черных дыр и долин смерти», в которых может обрываться инновационный жизненный цикл (ЖЦ) изделия.

Следует оговориться, что принципы и опыт корпоративной инновационной деятельности не могут быть просто перенесены в сферу свободных рыночных отношений, так в них действуют принципиально разные мотивирующие и

организационные факторы.

Принципиальные различия *инновационной* и *неинновационной* модели появления новых товаров (изделий) представлены на рисунке 1. и на рисунке 2.

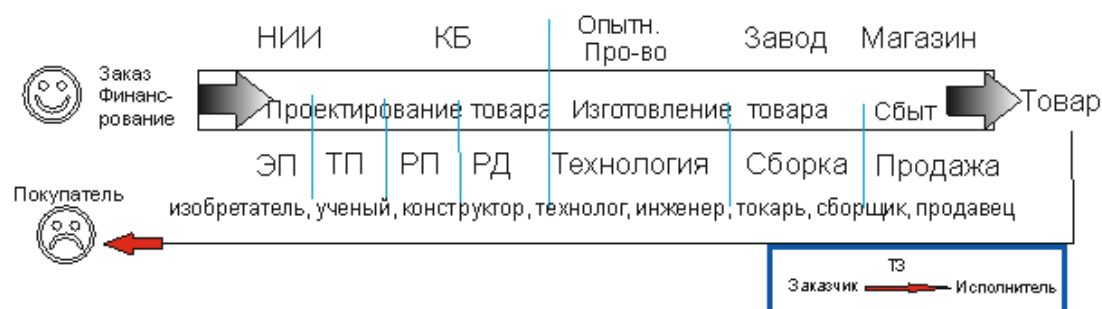


Рисунок 1. Традиционная (заказная) схема создания изделий

Где:

ЭП, ТП, РП – стадии соответственно эскизного, технического и рабочего проекта;

РД – рабочая документация;

НИИ – научно-исследовательский институт;

КБ – конструкторское бюро;

ТЗ – техническое задание.

На рисунке 1 условно представлены «традиционные» этапы жизненного цикла (ЖЦ) создания нового товара (изделия). Принципиальным здесь является то, что у каждого этапа имеется заказчик, формулирующий свои требования в виде ТЗ и финансирующий работы по данному этапу. В военных ведомствах товар чаще называют изделием и ЖЦ часто распространяется и на этап эксплуатации и утилизации. Эту модель можно назвать – «заказной» моделью появления новых товаров.

«Традиционным» ЖЦ здесь называется потому, что все этапы определены соответствующими стандартами и эта схема мало меняется в разных типах производства (серийном или массовом).

Задание на начало ЖЦ товара формируется на основании изучения спроса (на гражданском рынке) или на основе заданных тактико-технических характеристик (ТТХ) изделия в военном ведомстве.

Характерными особенностями «традиционного» ЖЦ являются следующие:

- Функциональность и свойства изделия задаются заранее, до начала этапа проектирования. Сущность этапа представляет собой способ реализации *уже заданных параметров*.

- Главным объектом ЖЦ является само *изделие*. Результаты интеллектуальной деятельности (РИД) и сама интеллектуальная собственность являются *побочным продуктом* (не являются объектами оценки и купли-продажи).

- Конкурентоспособность товара (эффективность изделия) определяются талантом и компетенцией лиц, формирующих техническое задание (лиц, принимающих решения; ЛПР);

- Весь ЖЦ направлен на создание одного товара (изделия), сформулированного *в задании*;

- Финансирование этапа и всего ЖЦ осуществляет *заказчик* проекта;

- Отношение к проекту исполнителей – как у наемных работников, производительность труда регулируется слабо.

На рисунке 2 представлена инновационная схема появления нового изделия.

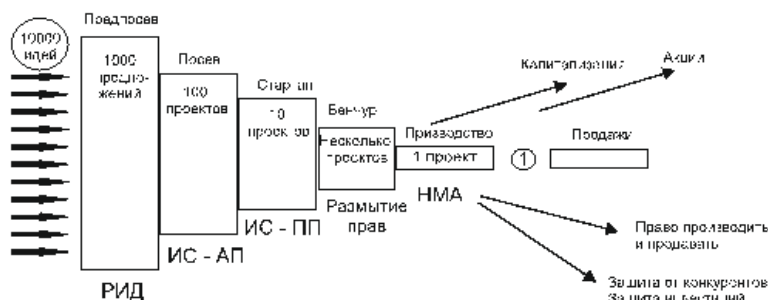


Рисунок 2. Инновационная схема появления нового изделия

Где:

РИД – результат интеллектуальной деятельности;

ИС – интеллектуальная собственность;

НМА – нематериальные активы;

АП и ПП – авторское и патентное право.

Принципиальным в данной схеме является то, что *инициаторами* инновационных идей и проектов являются люди и организации, в обязанности которых (в общем случае) не входят ни проектные, ни маркетинговые задачи. Это могут быть специалисты из самых разных областей и ведомств. Ничем не ограниченный поток инициатив (в товарах, в технологиях, в способах организации и т.п.), обозначенный на рис. 2 как «10 000 идей», после соответствующего анализа и отбора, становится основой потока инновационных проектов (обозначенных как «1 000 предложений»).

Каждый этап в этой схеме представляет собой *анализ, отбор и поддержку* наилучших предложений. Таким образом до реализации доходят только самые эффективные и конкурентоспособные инновационные проекты.

Характерными особенностями *инновационного жизненного цикла* являются следующие:

- Функциональность (конкурентоспособность, эффективность) и свойства изделия формируются *специалистами* (изобретателями, инноваторами, учеными), хорошо разбирающимися как в предмете исследования, так и в области применения изделия;

- Главным объектом ЖЦ является *интеллектуальная собственность*, обеспечивающая возможность безрискового производства инновационного изделия в условиях глобальной инновационной экономики. РИД и ИС являются самостоятельными объектами оценки и купли-продажи;

- Конкурентоспособность изделия (и эффективность) определяются талантом и компетенциями *инициаторов* инновационных проектов;

- Данная схема ЖЦ невозможна без системы *инвестирования*, реализующей поэтапную оценку и поддержку инновационных проектов;

- Под размытием прав понимается процесс *постепенного перехода прав* собственности от инициаторов проекта к инвесторам, с соответствующей оплатой инициаторам результатов их творческой деятельности;

- Инновационная схема ЖЦ требуют создание новой *инфраструктуры поддержки инновационных проектов* и «правил игры». Возможно использование старой инфраструктуры, но с новыми принципами;

- Производительность труда (отношение к труду) приобретает высшую степень, так как инноваторы продвигают собственную идею с сильной *мотивацией*, прежде всего, заработать на конечном результате.

Сравнивая модели на рисунках 1 и 2, необходимо отметить, что вопросы

конкурентоспособности и эффективности во втором случае решаются на порядок эффективнее, чем в первом. Это связано с изменением механизмов мотивации исполнителей и механизмов использования их профессионального потенциала.

С другой стороны, постоянная конкурсная оценка инвесторами множества инновационных предложений (к тому же разнесенная во времени, а не только в самом начале ЖЦ), позволяют постоянно отслеживать общемировые тенденции в рассматриваемой области. Это позволяет к моменту производства не потерять конкурентные преимущества перед отечественными и зарубежными аналогами.

Патентная защита собственных инноваций позволяет не только уверенно производить инновационных товар, но и накладывать ограничения на конкурентов, производящих аналогичные товары.

На рисунке 1 условно показана реакция заказчиков и потребителей товаров на начало и конец ЖЦ товара. Потребитель, чьи потребности были учтены при формировании заказа на разработку и изготовление товара, через несколько лет в момент предложения ему готового товара, практически всегда предпочтет инновационный товар, а не тот, который он просил несколько лет назад. В этом и заключается неконкурентоспособность традиционных моделей производства товаров.

В инновационном ЖЦ появился новый участник – *Инвестор*. Его роль не сводится только к финансированию этапа ЖЦ. Цель инвестора – получение прибыли от вложенных средств. Поэтому с его стороны производится постоянный анализ инновационных проектов на новизну, реализуемость и выгодность.

Разумеется, что в условиях корпоративной организации и в силовых ведомствах роль инвестора приобретает разные формы, но функции и задачи инвестора, как сущности, следящей за эффективностью вложенных средств, должны присутствовать всегда. Эта тенденция становится все более заметной даже в таких консервативных сферах, как гособоронзаказ. Особенности этой сферы изложены далее.

В инновационной модели производства появляется естественная возможность внедрения инноваций непосредственно в хозяйственную деятельность: в технологии, в организацию производства, в процессы управления и т.п. Любые нововведения, дающие положительный экономический или другой эффект, могут быть оформлены, оценены и поддержаны как инновационный проект.

Термины «инновация», «инновационный проект», «инновационная деятельность» являются применимыми и общеупотребимы на практике только в условиях развитой сферы рыночных услуг и *наличия соответствующей инновационной инфраструктуры*. В условиях гражданских корпораций эти термины также широко используются, при этом организация инновационной деятельности носит специфический характер, характерный именно для конкретной корпорации.

В военно-промышленном комплексе, а также военном управлении эти термины пока практически неприменимы, так как именно характер управления и способы финансирования накладывают сильные ограничения на классические способы реализации инновационной деятельности. Однако потребности рационального расходования средств, повышение сложности и эффективности новых изделий как в производстве, так и в использовании, требуют повсеместного внедрения инновационных технологий. Термины «инновационный» в сфере ВПК часто заменяют на термин «инициативный»: *инициативные предложения* и проекты, *поддержка инициатив* и т.п. Это позволяет внедрять новые способы проектирования и производства *без резкой смены сложившейся организационной структуры*. Анализ плюсов и минусов такого подхода выходит за рамки данной статьи, здесь понятия «инновационный» и «инициативный» принимаются синонимами.

Центральным понятием инновационной деятельности (инициатив) является

инновационный (инициативный) проект. Этот проект проходит ряд *этапов* (рисунок 2), перед каждым из которых производится оценка имеющихся результатов, оцениваются перспективы дальнейшей разработки и целесообразность дальнейшего финансирования.

Управление инновационными идеями в рыночной экономике и в военно-промышленном комплексе также могут существенно различаться. В гражданском секторе преобладают *спонтанные источники* инновационных идей. Это связано с тем, что основным условием успеха на рынке является успешная продаваемость товара. Она, в свою очередь, во многом обеспечивается за счет привлекательных для покупателей инновационных решений, неизвестных широкому кругу.

В сфере военно-промышленного комплекса условием поддержки инициативы (условием успеха) является достижение заданных тактико-технических характеристик изделия, сформированных в сравнении с зарубежными аналогами, при сопоставимых или меньших затратах. В этом случае наиболее целесообразным является управляемый *поток инновационных предложений*. Таким образом, именно заданные потребности в решении конкретных задач являются основным ориентиром в творческом поиске.

Эти особенности влияют на методы расчетов и обоснования проектов в гражданском секторе и военном сфере.

Одной из важнейших задач в инновационной схеме производства новых товаров (изделий) является организация взаимодействия между множеством предприятий в рамках жизненного цикла. В гражданском секторе эта задача традиционными методами пока практически неразрешима, если речь не идет о крупной корпорации. Выходом здесь может быть только механизм создания *управляющих компаний* по управлению реализацией инновационных проектов.

Инициатор инновационного проекта без соответствующей инженерной и инвестиционной инфраструктуры не в состоянии оплачивать все научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы. А без этого ни одно предприятие не приобретет инновационный проект для реализации.

В военной сфере управление реализацией инициативного проекта может быть возложено на уже существующие структуры, с условием методической поддержки новой схемы реализации инновационных решений и изделий.

Источники идей поисковых и прикладных НИР инициативных проектов (в частности, с применением современных ИТ) представлены на рисунке 3.

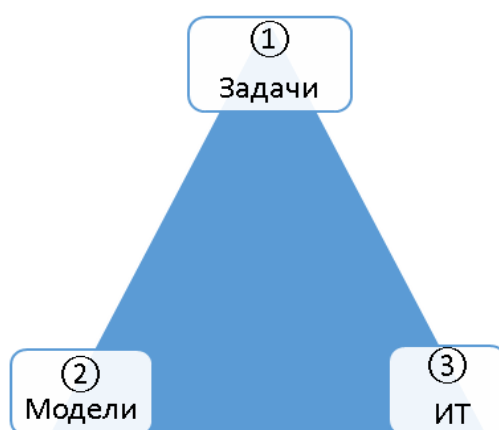


Рисунок 3. Источники идей поисковых и прикладных НИР

Где:

① – Задачи предметной области. Это старые задачи, решаемые в новых условиях, или новые задачи, решение которых стало возможным в новых условиях. В частности, задачи управления, мониторинга, информационного взаимодействия, планирования и т.п.

② – Математические методы и модели. В частности, гранулярные модели, фракталы, активное прогнозирование, онтологии, манипулятивные решения, когнитивные сети, многоагентные технологии, адаптирующиеся модели, паттерны и т.п.

③ – Новые информационные технологии. В частности, интернет вещей, Semantic Web, большие данные, облачные технологии. Новые свойства ИТ: мобильность, мультимодельность, автономность и т.п.

Используя методы комбинаторики, теории решения изобретательских задач, функционально-стоимостного анализа, трансформирования (синектики, фокальный и др.), можно комбинировать разнообразные потребности и возможности треугольника (рисунок 3) и формировать множество инновационных идей и предложений [6]. Помимо указанных сочетаний новых ИТ, можно применять сочетания новых технологий в энергетике, новые материалы, сочетания с социальными технологиями и проч. После соответствующей оценки и «упаковки» формируется множество инновационных проектов.

Например: *«Новые принципы адаптивного управления значительно распределенными и удаленными объектами с применением киберфизических систем на основе сенсорных сетей смарт-датчиков и исполнительных IoT-устройств».*

То, что каждое современное предприятие должно постепенно переходить на инновационную модель развития, сегодня становится очевидным при включении в практическую хозяйственную деятельность.

Как это часто происходит в России, «революция идет сверху». Принятая правительством программа «Цифровая экономика» [7] почти прямо отвечает на вопросы об источниках и способах перехода. Базовым приоритетом указываются современные информационные технологии, в частности, *цифровые платформы*. Учитывая отставание от развитых экономик и объективную необходимость «не просто догнать, но и перегнать», других способов и возможностей просто нет.

Исходя из вышеизложенного можно сформулировать *общие задачи* для предприятий и организаций, входящих в новую модель экономики:

- Создание новой внутренней *инфраструктуры поддержки инновационной деятельности* (ИД);
- Вписывание в *существующую федеральную и региональную инфраструктуру ИД*;
- Вхождение в рынок госпрограмм и решение задач соответствия *условиям конкурсной документации* (КД) с системными требованиями инновационного характера;
- Разработка *принципов реализации ИД* для своего предприятия;
- *Генерация потока инновационных проектов* и поддержка их реализации;
- Разработка *новой бизнес-модели деятельности* предприятия в новой экономической модели;
- Реализация этой бизнес-модели параллельно существующей, с *постепенным полным переходом на новую модель развития и производства*.

К *частным задачам* формирования и поддержки ИД можно отнести следующие:

- Поиск партнеров по ИД (в частности, *индустриальных партнеров*);
- Разработка цифровой платформы, включающей типовые компоненты:
 - Сервисы;
 - Информационную базу;
 - Виртуальные центры компетенций;
 - Средства коммуникации заинтересованных сторон.
- Разработка методических материалов:
 - По организации работ, параллельно существующему производству (малые инновационные предприятия (МИП), спинауты и т.п.);

- По работе с результатами интеллектуальной деятельности (РИД), интеллектуальной собственностью (ИС), нематериальными активами (НМА);
- По взаимодействию с институтами развития (ИР);
- По внедрению результатов ИД;
- По созданию управляющих компаний (УК) реализации инновационных проектов;
- По защите информации и от несанкционированного доступа (НСД) и др.
- Формирование инновационных коллективов (принципы создания, функционирования, возврата вложений и т.п.)
- База ИС (отчеты, статьи, решения, проекты и т.п.)
- Среда взаимодействия заинтересованных сторон;
- Взаимодействие с институтами развития ИД и т.п.
- Создание реестров:
- Планирование работ (стратегический, текущий планы): сроки, ресурсы, критерии и т.п.)

При начале работ по переходу на инновационную модель всегда необходимо непосредственное участие руководства организации или предприятия, так как:

- Перемены требуют преодоления сопротивления коллектива;
- Перемены требуют статуса и ресурсов;
- Возможно принятие нетрадиционных и нестандартных решений:
 - По организации работ;
 - По стимулированию сотрудников;
 - По разрешению конфликтов;
 - По выбору направлений работ;
 - По финансированию;
 - Выделение и распределение материального и программного обеспечения;
 - Решение о подготовке и переподготовке кадров и т.п.

Выводы

– При переходе на инновационную модель развития и производства свойства конкурентоспособности и эффективности могут быть обеспечены только за счет внедрения инновационных решений в продукты, технологии, организационные формы и т.п.

– Инновационные (инициативные) проекты требуют новой инфраструктуры, «правил игры» и технологий поддержки инновационной деятельности.

– Исходя из факта, что инфраструктурные задачи решаются крайне медленно, целесообразно форсировать задачи поддержки инновационной деятельности через создание цифровых платформ, в соответствии с программой «Цифровая экономика».

– Типовая цифровая платформа поддержки инновационной деятельности должна включать следующие компоненты: информационную базу, комплекс сервисов, виртуальные центры компетенций и средства коммуникаций заинтересованных сторон в данной предметной области.

– В типовые задачи цифровой платформы поддержки инновационной деятельности входят: генерация инновационных проектов, функциональная и стоимостная оценка, поиск инвесторов, упаковка проектов, предложения по вариантам реализации проектов, поиск и налаживание контактов с партнерами, формирование спроса на результаты инновационных проектов и др.

Литература

1. Вечканов Г.С., Вечканова Г.Р. Макроэкономика – СПб.: Питер, 2008. – 240 с.
2. Семенов С.В. Инновации. Понятие и определения. URL: <https://clck.ru/QDNet>
3. Иванова С.А. Основные проблемы инновационного развития России (компаративный анализ) // Современные научные исследования и инновации. 2014. №4. Ч. 1 [Электронный ресурс]. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2014/04/33127> (дата обращения: 11.01.2018).
4. Азгальдов Г.Г., Костин А.В. Интеллектуальная собственность, инновации и квалиметрия // Экономические стратегии, 2008. – №2. – С. 162-164.
5. Семенов С.В. Инновации. Инновационная деятельность. URL: <https://clck.ru/QDNhy>
6. Семенов С.В. Инновации. Системные основы. URL: <https://clck.ru/QDNjF>
7. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации». Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. №1632-р.

УДК 004.62

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПЛАНИРОВАНИЯ ОБЪЕМА КОНСАЛТИНГОВОЙ ПОМОЩИ И СЕРТИФИКАЦИИ МЕДИЦИНСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

SOFTWARE FOR PLANNING THE VOLUME OF CONSULTING ASSISTANCE AND CERTIFICATION OF A MEDICAL ORGANIZATION

Габитов Б.Н.,

Уфимский государственный нефтяной технический университет,
ул. Космонавтов, 1, г. Уфа, Республика Башкортостан, 450062, Россия

B.N. Gabitov,

Ufa State Petroleum Technological University,
Kosmonavtov Str., 1, Ufa, Republic of Bashkortostan, 450062, Russia

email: bulat.gabitov@gmail.com

Аннотация. Основная цель данной работы – создание приложения для визуализации процесса внедрения моделей качества в медицинские организации. Приложение разработано по заказу Министерства здравоохранения Республики Башкортостан. Ничто в профессиональном сообществе врачей не вызывает больших споров, чем вопросы стандартизации оказания медицинской помощи. Диапазон мнений – от открытого неприятия до полной поддержки, причем отношение медицинской общественности к стандартизации в настоящее время все-таки имеет преимущественно негативную окраску. Многие проблемы здесь носят психологический характер. Практически любое вмешательство в устоявшуюся трудовую деятельность воспринимается медработниками негативно. Люди в силу своих психологических особенностей стремятся к стабильности. Они желают пользоваться своими наработанными трудовыми навыками. Поэтому очень важно информировать врачей о роли медицинских стандартов в системе управления качеством медицинской помощи, объяснив, что их использование ни в коем случае не посягает на их профессиональную

самостоятельность. Внедрение системы менеджмента качества упорядочивает работу на всех уровнях медицинской организации и приносит вполне осязаемые результаты. Это повышения уровня удовлетворенности пациентов и, что немаловажно, удовлетворенности сотрудников от своей работы, это снижение количества инцидентов, связанных с оказанием медицинской помощи и пребыванием больных, снижение количества ошибок и осложнений в процессе лечения. Уже только этих аргументов должно быть достаточно для сомневающихся в необходимости применения стандартов управления качеством и безопасностью в медицине. Как раз для отслеживания и помощи при внедрении моделей качества создается данное приложение.

Abstract. The main goal of this work is to create an application for visualizing the process of implementing quality models in medical organizations. The application was developed by order of the Ministry of health of the Republic of Bashkortostan. Nothing in the professional community of doctors is more controversial than the standardization of medical care. The range of opinions - from open rejection to full support, and the attitude of the medical community to standardization at the present time is still mostly negative. Many of the problems here are psychological in nature. Almost any intervention in the established work activity is perceived negatively by health workers. People by virtue of their psychological characteristics strive for stability. They want to use their acquired work skills. Therefore, it is very important to inform doctors about the role of medical standards in the quality management system of medical care, explaining that their use in any case does not infringe on their professional independence. The introduction of a quality management system regulates the work at all levels of the medical organization and brings tangible results. This means increasing the level of patient satisfaction and, most importantly, employee satisfaction with their work, reducing the number of incidents related to the provision of medical care and stay of patients, reducing the number of errors and complications in the treatment process. These arguments alone should be sufficient for those who doubt the need to apply quality and safety management standards in medicine. This app is created to track and help you implement quality models.

Ключевые слова: медицинская организация, система управления качеством, стандарты, система менеджмента качества, улучшение медицинской помощи, программное обеспечение, мониторинг, модели качества.

Keywords: medical organization, quality management system, standards, quality management system, improvement of medical care, software, monitoring, quality models.

Деятельность по обеспечению качества медицинского учреждения должна быть направлена как на клинический, так и на организационный аспект предоставления медицинских услуг.

В предоставлении медицинских услуг можно выделить несколько потоков: поток пациентов, информации, материалов, процесса оказания клинической помощи; возможна также любая комбинация этих потоков.

Качество результата во многом зависит от качества процесса, который предопределяет данный результат, поэтому процесс должен быть постоянно в центре нашего внимания в течение работы по улучшению качества. Чтобы достигнуть нового уровня в качестве нашей деятельности, мы должны рассматривать процесс с нескольких точек зрения.

Сейчас почти любой процесс в медицинской деятельности является намного более сложным, чем это необходимо. Из этого следует, что ненужные его этапы и

избыточные виды деятельности являются причинами неудовлетворительных результатов и больших затрат.

Множество серьезных проблем качества возникает в «промежутках» между этапами процесса, различными его функциями или во взаимоотношениях между разными подразделениями, принимающими в нем участие.

Все недостатки процесса дают в конечном счете дополнительные затраты, которые не улучшают качества услуг, получаемых потребителем. Чтобы увидеть и оценить возможные проблемы, необходимо постоянно контролировать все процессы деятельности и анализировать потенциальные риски с целью их ликвидации или сокращения.

Системы менеджмента качества (СМК) являются сильным инструментом для улучшения качества оказываемых услуг. Это комплексный подход к управлению всеми процессами медицинской организации. «Скелет СМК» включает в себя:

- детальное понимание требований всех заинтересованных сторон;
- управление знаниями и компетентностью;
- управление мотивацией;
- критерии оценки и отчетность.

В будущем наличие в учреждении здравоохранения СМК будет таким же обязательным требованием, как соблюдение медицинских стандартов, санитарных правил и других нормативно-правовых актов.

Внедрение СМК побуждает медицинскую организацию более активно анализировать существующие и потенциальные требования и запросы потребителей и других заинтересованных сторон, определять процессы, способствующие оказанию качественных медицинских и иных услуг, системно управлять этими процессами и их взаимодействием.

Обычно в МО существует СМК, но многие элементы деятельности находятся за рамками систематического управления. Например, всегда существуют процессы изменений, но большая часть из них проходит хаотично.

Еще одна проблема – ситуационное управление и человеческий фактор, когда результат зависит не от того, как построена система, а только от квалификации и ответственности конкретного сотрудника.

Для внедрения системы менеджмента качества в медицинской организации руководитель сам должен прийти к пониманию, что это нужно.

Необходимо изучить лучшие практики в этом направлении.

Следующий этап – ознакомительный семинар с сотрудниками учреждения, где с помощью администрации или консультантов докладывается о предстоящих изменениях и их необходимости.

Затем проводится аудит состояния медицинской организации, где выявляются недочеты и наиболее проблемные направления в работе.

Крайне важный момент – разработка алгоритмов и инструкций, в которых проговаривается все – кто, что, как и в какой промежуток времени должен выполнить.

После создания и утверждения инструкций проводится обучение участников данного процесса.

Если в процессе использования стандарта или инструкций выявились недочеты, в него вносятся соответствующие поправки.

Для внесения базовых принципов СМК понадобится около полутора лет.

По мнению международного консультанта по системам менеджмента в медицинских организациях Радомира Бошковича, основная трудность для российской медицины заключается в том, что в нашей стране крайне мала свобода действий медицинских организаций, поэтому Министерство здравоохранения Республики

Башкортостан хочет взять инициативу в свои руки и помочь медицинским учреждениям внедрить стандарты качества.

С помощью данной программы Министерство здравоохранения имеет возможность следить за успешностью внедрения, консультировать сотрудников при разработке инструкций, а также иметь обратную связь с сотрудниками медицинских учреждений.

При разработке программного обеспечения были поставлены следующие задачи:

- проанализировать и структурировать анкеты;
- создать структуру базы данных;
- разработать программное средство для визуализации процесса внедрения системы менеджмента качества.

Также в ходе выполнения было изучено 105 анкет, структурированы в Microsoft Excel.

Созданы три таблицы в SQL Server Management Studio (Organizations, Models, Properties).

Разработана программа для мониторинга (рисунок 1).



Рисунок 1. Скриншот программы мониторинга

На главной странице программы имеется сводка по основным параметрам:

- число медицинских организаций;
- количество внедренных моделей
- степень внедрения каждой модели качества

Имеются три вкладки – организации, отдел качества, органы сертификации.

Во вкладке Организации можно более детально рассмотреть степень внедрения каждой модели.

Отдел качества (рисунок 2) включает в себя регистр с контактным лицом, который отвечает за СМК в данном учреждении.

Органы сертификации – список организаций, которые обучают и дают сертификацию о внедрении. Также есть возможность изменения базы данных:

- добавление нового учреждения;
- изменения данных о медицинской организации;
- удаление медицинской организации.

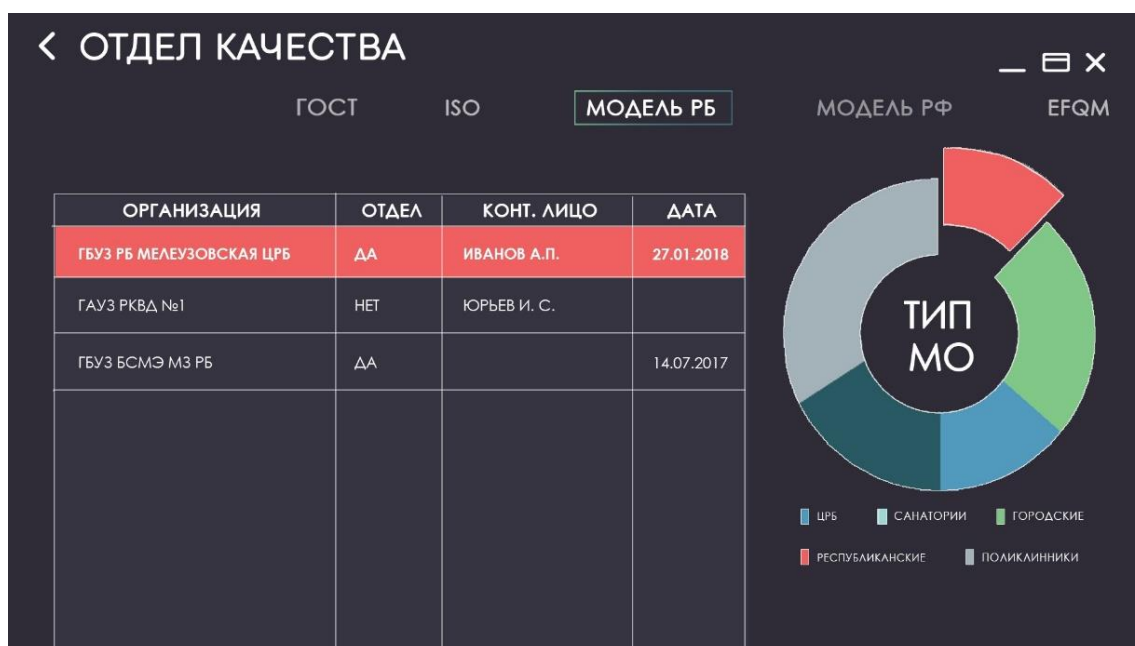


Рисунок 2. Скриншот вкладки Отдел качества

Выводы

После внедрения программного обеспечения в Минздрав РБ ожидается:

- сокращение времени проведения диагностических процедур;
- снижение оперативных запасов лекарственных препаратов в отделениях, что способствует более эффективному использованию финансовых средств;
- рост уровня удовлетворенности пациентов от оказанной медицинской помощи;
- уменьшение количества неблагоприятных событий при оказании медицинской помощи.

Помимо этого, в число наиболее ожидаемых результатов можно отнести и следующие:

- повышение дисциплины в производстве и финансах;
- укрепление имиджа высоконадежной медицинской организации;
- повышение авторитета центра у населения и среди коллег.

Сертифицированная СМК также сможет показать общественности, страховым организациям и другим заинтересованным лицам, что медицинский центр предоставляет эффективную и безопасную медицинскую помощь.

Литература

1. Татарников М.А. Зачем нужна система менеджмента качества в медицинской организации // Главный врач: интернет журнал. 2017. URL: <https://clck.ru/QEU7G> (дата обращения: 20.03.2020)
2. Медицинская организация по международным стандартам качества: практическое руководство по внедрению / Г.Е. Ройтберг, Н.В. Кондратова. – М.: МЕДпресс-информ, 2018. – 152 с.
3. Натан А. WPF 4. Подробное руководство. – Пер. с англ. – СПб.: Символ-Плюс, 2011. – 880 с.
4. Капилевич Л.В. Проблема управления качеством в здравоохранении. 2002. №4. С. 54-55.

УДК 004.413, 004.81

**УПРАВЛЕНИЕ РЕМОНТАМИ СЕРВИСНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ
НА ОСНОВЕ СЛУЖБЫ SERVICE DESK****MANAGING REPAIRS OF A SERVICE COMPANY BASED
ON THE SERVICE DESK SERVICE**

Титарев Д.В., Кривцанов С.О.,
ФГБОУ ВПО «Брянский государственный технический университет»,
г. Брянск, Российская Федерация

D.V. Titaryov, S.O. Krivtsanov,
FSBEI NPE “Bryansk state technical university”,
Bryansk, Russian Federation

e-mail: titaryovdv@mail.ru

Аннотация. Потребности современного мира постоянно растут, что приводит к необходимости использовать специализированное оборудование для автоматизации и оптимизации технологических процессов. Но чтобы любое оборудование находилось в рабочем состоянии, его необходимо обслуживать. Если обслуживанием пренебрегать или выполнять его ненадлежащим образом, то это может привести к серьёзным техническим неисправностям, простоям оборудования, вплоть до остановки технологических процессов в случае, если оборудование является частью конвейерного производства. Для решения этих проблем появилась методология ЕАМ [6], а впоследствии и ЕАМ-системы. ЕАМ-системы нацелены на производственные предприятия, где компания сама использует оборудование и производит какие-то ценности. Но есть так называемые сервисные предприятия, которые предоставляют свои активы в пользование клиентам. То есть компания является владельцем этих активов, но непосредственно их не использует. Таким образом, компания ответственна за техническое обслуживание и поддержание оборудования в рабочем состоянии, поэтому ей необходимо получать и обрабатывать обращения клиентов, для выполнения этих обязанностей. В методологии ЕАМ не содержатся рекомендации для решения данной задачи. Она описывает учет дефектов, которые выявляются во время осмотра или эксплуатации, но не объясняет, как получать эту информацию от клиентов. В чистом виде учет дефектов для решения проблемы не подходит, так как не все обращения могут быть связаны с ремонтом оборудования. Из этого следует, что более предпочтительной, по сравнению с ЕАМ, является методология ITSM, которая позволяет организовать деятельность по оказанию услуг. При таком подходе компания или ИТ-отдел является сервисом, предоставляющим услуги клиентам. То есть если перенести эту методологию с ИТ сферы на производственную, то получится решение для описанной проблемы. В библиотеке ITIL, на которой базируется методология ITSM, описано большое количество бизнес-процессов, из которых к решаемой проблеме больше всего относятся процессы управления SLM и инцидентами, то есть система Service Desk. Таким образом, для сервисных предприятий подходит концепция ЕАМ-системы со службой Service Desk, чтобы они могли обрабатывать обращения клиентов, которые можно было бы использовать как основания для документов, используемых в системе для отражения всех этапов ремонта.

Abstract. The needs of the modern world are constantly growing, which leads to the need to use specialized equipment for automation and optimization of technological processes. But in order for any equipment to be in working condition, it must be maintained. If maintenance is neglected or performed improperly, it can lead to serious technical failures, equipment downtime, up to the stop of technological processes if the equipment is part of a conveyor production. To solve these problems, the EAM methodology [6] and later the EAM system appeared. EAM systems are aimed at manufacturing enterprises where the company itself uses equipment and produces some values. But there are so-called service companies that provide their assets for use by customers. In other words, the company owns these assets, but does not directly use them. Thus, the company is responsible for the maintenance and maintenance of equipment in working order, so it needs to receive and process customer requests to fulfill these responsibilities. The EAM methodology does not contain recommendations for solving this problem. It describes accounting for defects that are detected during inspection or operation, but does not explain how to get this information from customers. In its pure form, accounting for defects is not suitable for solving the problem, since not all requests may be related to equipment repairs. This means that the ITSM methodology is more preferable than EAM, which allows you to organize the activities of providing services. With this approach, the company or its Department is a service that provides services to customers. In other words, if we transfer this methodology from the IT sphere to the production one, we will get a solution for the described problem. The ITIL library, on which the ITSM methodology is based, describes a large number of business processes, of which the SLM and incident management processes, i.e. the Service Desk system, are the most relevant to the problem being solved. Thus, the concept of an EAM system with a Service Desk is suitable for service companies, so that they can process customer requests, which could be used as the basis for documents used in the system to reflect all stages of repair.

Ключевые слова: ITSM (управление ИТ-услугами), библиотека инфраструктуры информационных технологий (ITIL), SLM (управление уровнем сервиса), SLA (соглашение об уровне услуг), Service Desk, CMMS (компьютеризированная Система управления техническим обслуживанием), EAM (управление активами предприятия).

Keywords: ITSM (IT Service Management), ITIL (IT Infrastructure Library), SLM (Service Level Management), SLA (Service Level Agreement), Service Desk, CMMS (Computerized Maintenance Management System), EAM (Enterprise Asset Management).

Существует целый ряд решений, использующих методологию EAM. Они реализованы на различных программных платформах. Одна из наиболее распространенных платформ на российском рынке автоматизированных систем – «1С: Предприятие». EAM-решение на платформе «1С: Предприятие» – «1С Техническое обслуживание и ремонт оборудования» (1С: ТОИР).

1С: ТОИР – это узкоспециализированная система, направленная на ремонтные предприятия. [6] Однако с использованием модуля технической поддержки область ее применения сильно расширяется. Основной упор при проектировании и реализации был сделан на возможность использовать систему в сфере услуг: ЖКХ, торгово-развлекательные центры, офисные здания и т.д. Т.е. когда каким-то офисом, зданием владеет одна компания, но на некоторых условиях, например аренда, дает их в пользование другим компаниям, физическим лицам, либо компания просто ответственна за содержание некоторого помещения, здания (ЖКХ), и для решения проблем пользователей ей необходимо получать от них информацию. Не трудно понять, что в этом аспекте данные компании очень плохо цифровизированы и автоматизированы

(ЖКХ является одной из наименее цифровизированных областей). Таким образом, система 1С: ТОИР с модулем Service Desk не только позволит автоматизировать работу с клиентами и ремонт всего оборудования для сервисных предприятий, но выведет продукт на новый рынок.

Так же не стоит забывать, что эти компании предоставляют свои услуги, список которых для разных клиентов отличается, и каждый клиент должен знать, с какой проблемой он может обратиться. Так же для оценки качества выполненных работ каждая услуга должна быть измерима. Это позволяет обезопасить обе стороны: клиент точно знает, что и как должно быть выполнено, и если работа выполнена плохо, он может обратиться с этим фактом в компанию и потребовать исправить проблему; компания же может быть уверена, что она вправе отказать клиенту, если он обратится за услугой, которая ему недоступна.

На основании написанного выше было принято решение спроектировать и разработать модуль Service Desk для системы 1С: ТОИР. Так как разрабатываемый модуль должен являться частью этой системы, то было принято решение вести разработку на этой же платформе. Модуль Service Desk должен включать в себя возможность управления соглашениями об уровне услуг (SLA).

В системе ремонт представлен цепочкой документов. Началом цепочки может быть один из следующих документов: внешнее основание, выявленный дефект, план-график работ, график регламентных мероприятий.

Для регистрации обращения пользователя с какой-либо проблемой необходим документ «Обращение». Главной задачей модуля является регистрация обращений, связанных с каким-либо дефектом оборудования, которое требует ремонт. В таких ситуациях на основании обращения должен регистрироваться выявленный дефект, который будет служить начальным документом ТОИР. Однако обращения пользователей необязательно связаны с ремонтом, это могут быть и запросы на обслуживание. С одной стороны для такого мероприятия не требуется система 1С: ТОИР, с другой стороны – необходимо как-то учитывать трудозатраты, так как такие обращения должны выполнять сотрудники компании.

Было принято решение для таких обращений создавать наряд, который закрывается актом о выполнении этапа работ. Однако в системе документ наряд не является началом цепочки, поэтому при реализации было необходимо учесть этот факт и переработать отчеты и модули для того, что не было ошибок и документы для таких обращений не терялись.

Системы, разработанные на платформе 1С: Предприятие 8.3 могут работать в двух режимах.

Файловый режим рассчитан на работу небольшого количества пользователей в локальной сети. Вся информация хранится в одном файле – файловой базе данных.

Для данного режима работы фирмой 1С была разработана файловая СУБД, которая является частью платформы. Для работы с такой информационной базой необходима только платформа 1С.

Клиент-серверный [3] режим реализован на основе 3-уровневой архитектуры. Система состоит из трех частей:

- клиентское приложение;
- кластер серверов;
- сервер базы данных.

Одна и та же конфигурация может использоваться как в файловом режиме, так и в клиент-серверном. Разработка ведётся с учетом работы в клиент-серверном варианте, однако при создании информационной базы можно указать и файловый режим.

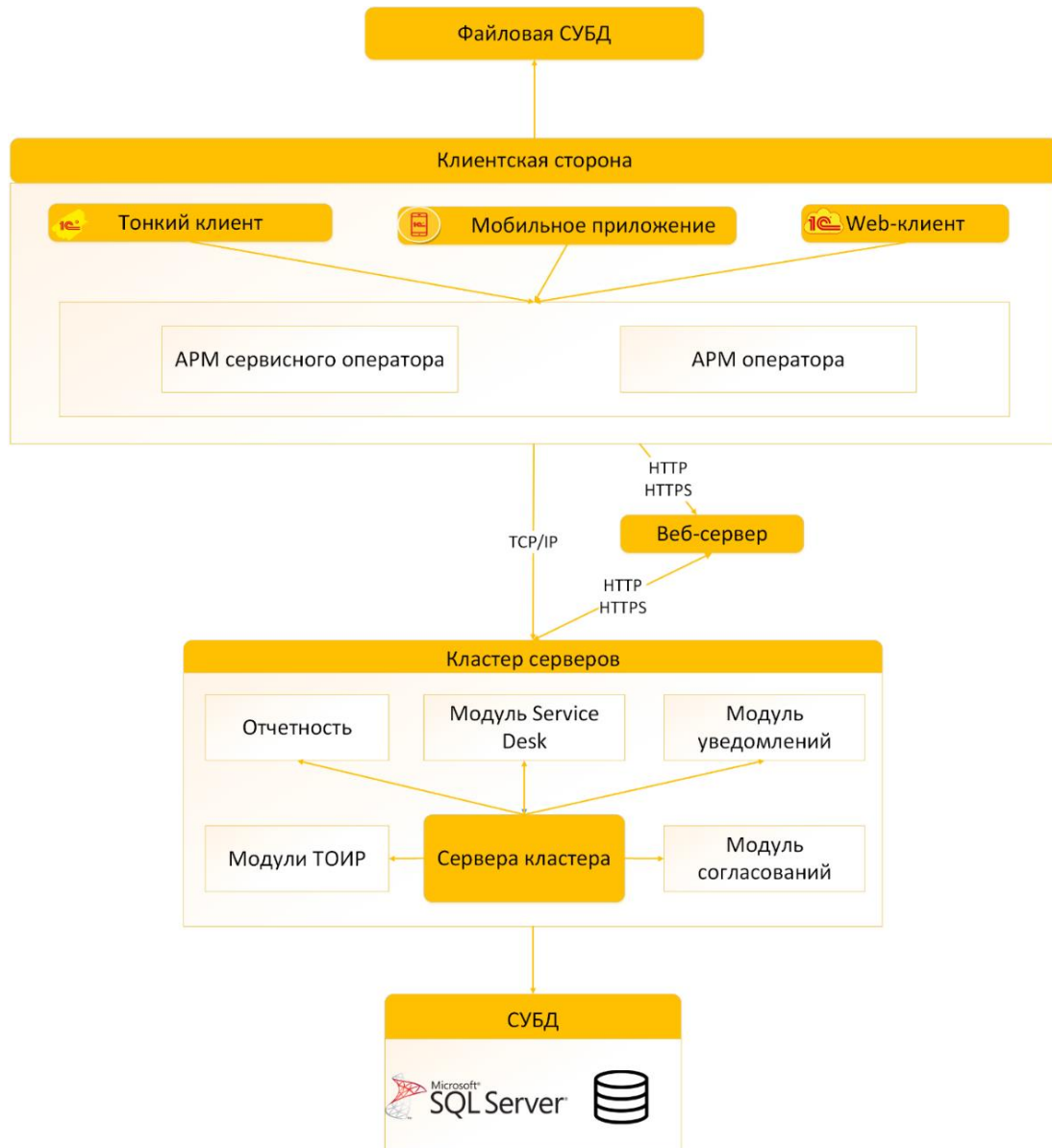


Рисунок 1. Архитектура

Так как системы на платформе 1С: Предприятие 8.3 [2] могут работать в двух режимах, то и архитектура программного продукта (рисунок 1) была разработана, учитывая этот факт. [3, 4]

В приведенной модели представлены две базы данных – файловая и серверная. К файловой система обращается напрямую, а к серверной – через кластер серверов. К кластеру серверов система может обращаться как напрямую (протокол TCP/IP), так и через web-сервер (протокол HTTP/HTTPS). Так как используется тонкий клиент, то на стороне клиента ресурсы тратятся только на отображение и отправку запросов и получение ответов, а все ресурсоемкие операции выполняются на стороне сервера.

Для низкоуровневого проектирования была выбрана методология диаграмм потоков данных (DFD). Как и в IDEF0 в DFD используется графический язык описания процессов. Элементы, используемые в DFD:

- функциональные блоки;
- хранилища данных;
- внешние сущности;
- связи.

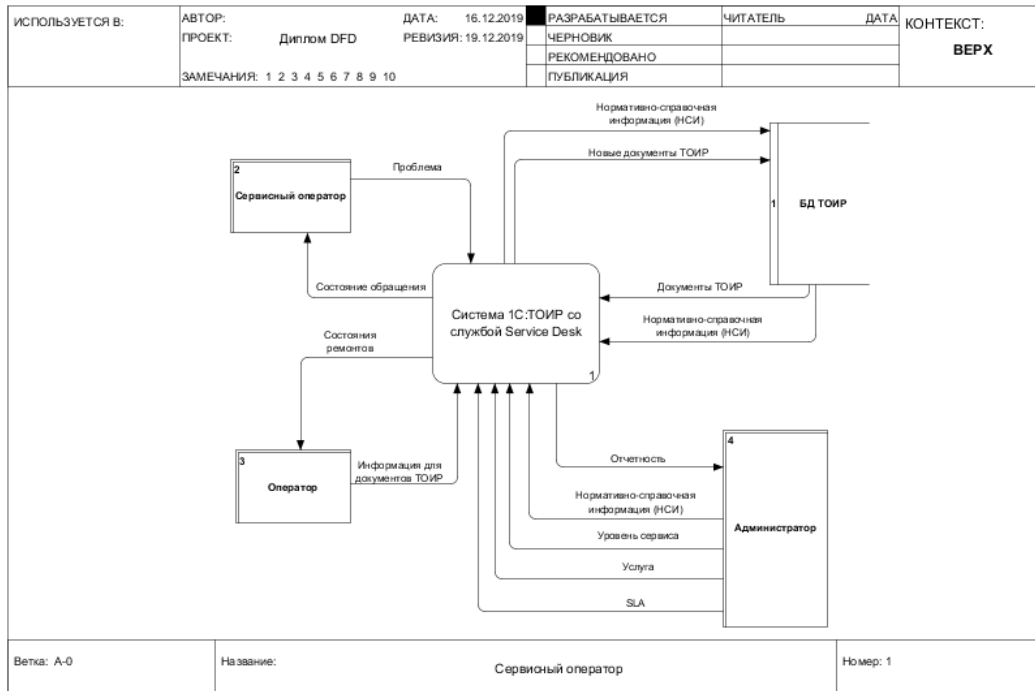


Рисунок 2. Первый уровень диаграммы DFD

На первом уровне диаграммы (рисунок 2) представлен основной блок системы, три пользователя и внешний источник данных – система 1С: ТОИР, из которой берутся документы ТОИР и нормативно-справочная информация. Администратор из системы получает необходимые отчеты, и создает новые услуги, уровни сервиса, документы SLA и нормативно-справочную информацию. Сервисный оператор имеет проблему, на основе которой далее необходимо создать обращение, и получает из системы состояния обращений, чтобы всегда иметь представление о процессе решения проблемы.

На втором уровне (рисунок 3) описаны основные процессы.

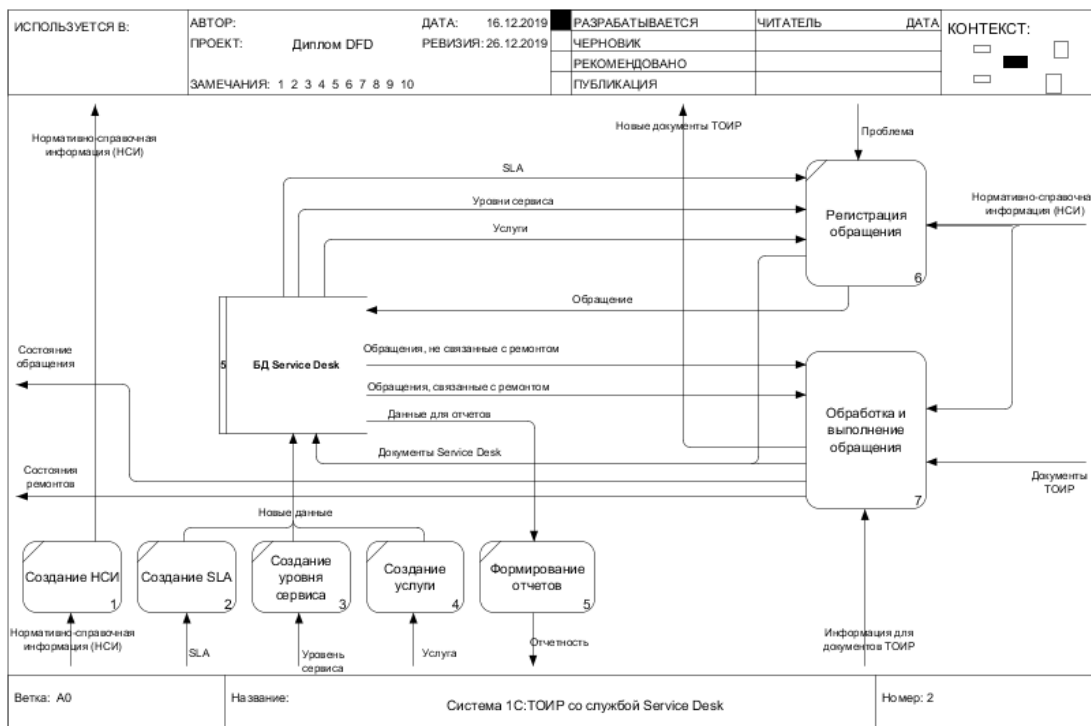


Рисунок 3. Второй уровень диаграммы DFD

На данном уровне представлены блоки создания новых элементов справочников администратором, а также регистрация обращений и выполнение ремонтов. Для регистрации обращений используется соглашение об уровне услуг, список услуг и состав услуг. Для обработки обращений необходимы имеющиеся документы ТОИР и уже созданные обращения.

На рисунке 4 представлен третий уровень диаграммы. Здесь описаны процессы обработки обращений: если обращение не связано с ремонтом оборудования, то создается запрос на обслуживание, если связан – то создается документы ТОИР, после чего все эти документы проходят процедуру согласования и после чего выполняются.

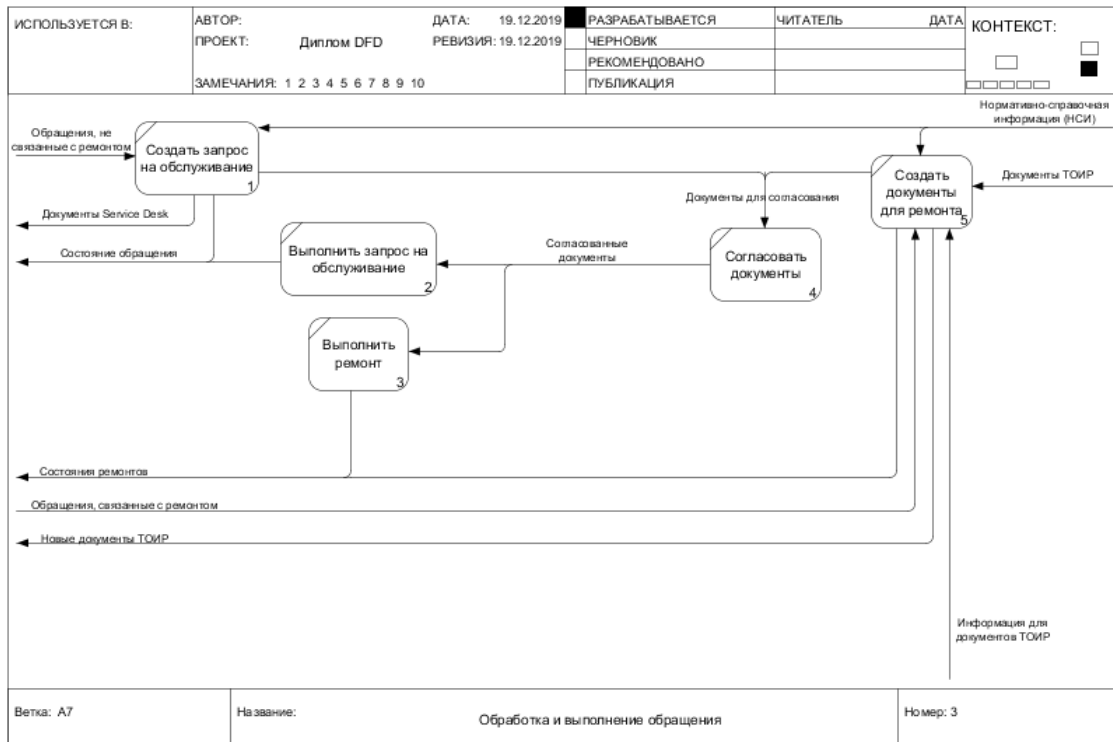


Рисунок 4. Третий уровень диаграммы DFD

Выводы

В результате модуль Service Desk был реализован в качестве расширения для системы 1С: ТОИР, что позволяет подключить его в уже рабочую систему на предприятии всего за пару минут.

В пользовательском интерфейсе модуль представлен в виде отдельной подсистемы. Реализованы рабочие места, как для административно-управленческого персонала, так и для специалистов службы Service Desk.

Руководитель может создавать документы SLA для клиентов, и управлять ими: переводить в работу, приостанавливать действие соглашения, продлять и изменять соглашение.

Основная задача специалиста – регистрация обращений клиентов. Так же ему доступен список всех обращений и связанные с ними документы ТОИР, чтобы он мог оперативно проконсультировать клиента о текущем статусе и этапе выполнения его обращения.

Реализация модуля Service-Desk позволило решить существующие проблемы ЕАМ-системы, сделав программный продукт 1С: ТОИР более привлекательным для клиентов, повысив его конкурентную способность на рынке данных информационных систем.

Литература

1. Официальный сайт MS SQL Server: [Электронный ресурс]. URL: <https://clck.ru/QEdsZ>
2. Официальный сайт 1С: [Электронный ресурс]. URL: <https://clck.ru/QEdti>
3. Клиент-серверный вариант работы: [Электронный ресурс]. URL: <https://clck.ru/QEdti>
4. Архитектура сервера: [Электронный ресурс]. URL: <https://clck.ru/QEdw3>
5. Различные хранилища данных: [Электронный ресурс]. URL: <https://clck.ru/QEdwy>
6. 1С: ТОИР: [Электронный ресурс]. URL: <https://1ctoir.ru/>

УДК 004. 896

ЧАТ-БОТЫ В НЕФТЕГАЗОВОМ БИЗНЕСЕ

CHAT BOTS IN OIL AND GAS BUSINESS

Валиев Р.Р., Киреева Н.А., Родионов А.С.,
Уфимский государственный нефтяной технический университет,
филиал в г. Салават, ул. Губкина, 22б, г. Салават, Республика Башкортостан,
453250, Россия

R.R. Valiev, N.A. Kireeva, A.S. Rodionov,
Ufa State Petroleum Technological University,
Branch in the Salavat, Gubkin Str., 22b, Salavat, Republic of Bashkortostan,
453250, Russia

e-mail: ruli811@mail.ru

Аннотация. На основе анализа сегмента чат-ботов в различных направлениях и секторах бизнеса показана роль корпоративных чат-ботов в автоматизации бизнес-процессов. Приведены особенности использования чат-ботов в автоматизации процессов в сравнении с роботами. Обосновывается тезис о том, что интересы предприятий нефтегазовой отрасли в сфере чат-ботов обусловлены задачами повышения эффективности производства и совершенствования моделей управления бизнесом. Вместе с тем, информационные технологии и информационные системы стали неотъемлемым компонентом в системе управления предприятием нефтегазового комплекса, что не обходится без проблем, связанных, в частности, с интеграцией этих систем. В статье сделан вывод, что вопросы разработки и поддержки чат-ботов необходимо решать с учетом конкретных проблем интеграции информационных систем. На основе анализа структуры предприятий нефтегазового комплекса в статье выделены направления разработки чат-ботов по двум вариантам: 1) с учетом отраслевой специфики предприятий нефтегазового бизнеса; 2) исходя из различных уровней корпоративного управления в структуре нефтегазовой компании. В работе также рассмотрен современный опыт использования чат-ботов в нефтегазовом бизнесе на примере нефтегазовой отрасли США. Сделан вывод о принципиальной применимости чат-ботов во многих бизнес-процессах современных компаний, причем каждая конкретная сфера применения чат-ботов будет требовательна к таким характеристикам

чат-ботов, как способность быстро оценивать сложные проблемы и способность к обучению.

Abstract. Based on the analysis of the chatbot segment in various business areas and sectors, the role of corporate chatbots in business process automation is shown. The peculiarities of the use of chat-bots in the automation of processes in comparison with robots. The thesis is substantiated that the interests of oil and gas companies in the sphere of chatbots are determined by the tasks of increasing production efficiency and improving business management models. At the same time, information technologies and information systems have become an integral component of the enterprise management system of the oil and gas complex, which is not without problems related, in particular, to the integration of these systems. The article concludes that the issues of development and support of chatbots should be solved taking into account specific problems of integration of information systems. Based on the analysis of the structure of enterprises in the oil and gas complex, the article highlights the development of chatbots in two ways: 1) taking into account the industry specifics of oil and gas businesses; 2) based on various levels of corporate governance in the structure of the oil and gas company. The paper also considers the current experience of using chatbots in the oil and gas business on the example of the US oil and gas industry. The conclusion is made about the fundamental applicability of chatbots in many business processes of modern companies, and each specific sphere of application of chatbots will require such characteristics of chatbots as the ability to quickly assess complex problems and the ability to learn.

Ключевые слова: чат-бот, нефтегазовый бизнес, автоматизация бизнес-процессов, информационные системы, информационные технологии.

Keywords: chatbot, oil and gas business, business process automation, information systems, information technology.

В настоящее время в мире отмечается бурный рост технологий искусственного интеллекта, в том числе в сегменте чат-ботов. Сегодня чат-боты используются в различных направлениях и секторах бизнеса: в HR-менеджменте (управлении человеческими ресурсами) с целью массового и беспристрастного подбора персонала на типовые позиции [4]; в тех секторах бизнеса, где очень важен канал общения с пользователем для маркетинговых рассылок, прямых продаж, клиентской поддержки, анкетирования клиентов [3]. Такой канал общения важен, например, в ритейле, доставке еды, индустрии медиа, то есть всё, что может быть встроено в концепцию управления взаимоотношениями с клиентами (Customer Relationship Management, CRM). В нефтегазовом бизнесе маркетинг имеет свою специфику. Клиенты компаний в нефтяной и газовой промышленности, как правило, являются долгосрочными, что не отменяет задачу поддержания позитивных отношений с клиентами.

В отличие от роботизации (Robotic process automation, RPA), чат-бот способен автоматизировать процессы, требующие речевого взаимодействия. Возьмем пример обработки заявок. Применение роботов упрощает подготовку и маршрутизацию заявок от пользователей, но только при условии, что пользователь понимает, в чем состоит проблема, и заявка составлена правильно. В свою очередь, чат-бот способен последовательно задавать пользователю несколько вопросов, уточняя тип заявки, помогая формулировать корректную заявку для последующей обработки роботом.

Таким образом, корпоративный чат-бот перестает быть простой заменой человека, как в случае с чат-ботами для подбора персонала, но становится инструментом

сквозной автоматизации бизнес-процессов. Чат-бот может связаться с человеком, чтобы подтвердить то или иное решение, или обращаться к пользователям за уточнениями [5].

Современные предприятия нефтегазовой отрасли могут быть заинтересованы в услугах разработки и внедрения чат-ботов как новых инструментов автоматизации процессов, прежде всего, исходя из задач повышения эффективности производства и совершенствования моделей управления бизнесом. «Данные задачи представляются неразрешимыми без адекватного использования современных информационных технологий на всех этапах производства» [2, С. 110]. Внедряемые бизнесом информационные системы трансформировались из вспомогательного продукта в важнейший неотъемлемый компонент в системе управления предприятием нефтегазового комплекса.

Таким образом, возникает задача соответствия существующей информационно-аналитической поддержки процессов управления предприятиями в отечественном нефтегазовом комплексе.

Анализ специфики информационного обеспечения нефтегазового комплекса приводит к следующему выводу: вопросы разработки и поддержки чат-ботов необходимо решать с учетом того факта, что «за последнее десятилетие для нефтяной отрасли первоочередной потребностью стала интеграция разнородных инструментов информационно-аналитической поддержки бизнес-процессов» [2, С. 111]. Другими словами, требуется интеграция информационных систем, как процесс установки связей между информационными системами предприятий нефтегазовой отрасли для получения единого информационного пространства и организации поддержки сквозных бизнес-процессов.

Исследователи по-разному оценивают технические проблемы, с которыми сталкиваются нефтегазовые компании в процессе интеграции информационных систем, выделяя в качестве существенных, например, такие проблемы, как: разнородность информационных систем, проблема создания единого интерфейса, наличие различий в уровнях безопасности, проблема синхронизации данных между информационными системами [2, С. 112].

«Ряд трудностей, с которыми сталкиваются вертикально-интегрированные нефтегазовые компании (ВИНК) в ходе проведения информатизации собственных бизнес-процессов» [1, С. 75] связан с тем, что есть существенные различия в требованиях к централизации управления, степени безопасности внутрикорпоративных данных, функционалу внедряемых систем, связанные с отраслевой и региональной спецификой деятельности различных подразделений компании.

Выделяют пять основных этапов в структуре нефтегазового комплекса: разведка, добыча, переработка, транспортировка, сбыт. «ВИНК, объединяя в себе предприятия каждого из данных этапов, представляют собой иерархические системы полного цикла создания стоимости нефтепродуктов», где в соответствии с отраслевой спецификой деятельности предприятий формируется «комплекс средств автоматизации и ИТ-поддержки» (рисунок 1 – источник: [1, С. 76]) [1, С. 75].

Анализ структуры предприятий нефтегазового комплекса необходим для того, чтобы иметь возможность выделить те направления, по которым целесообразно с организационно-экономической точки зрения вести разработку чат-ботов.

В соответствии с рисунком 1, может быть представлен один из вариантов выделения направлений по разработке специализированных чат-ботов для информационно-технической поддержки предприятий нефтегазового бизнеса, а именно – с учетом их отраслевой специфики.



Рисунок 1. Применение средств информационно-технической поддержки в составе ВИНК с учетом отраслевой специфики предприятий

Второй вариант выделения таких направлений можно представить с управленческой точки зрения, а точнее – различных уровней корпоративного управления в структуре нефтегазовой компании:

- низовой уровень (предприятия нефтегазовой компании);
- средний уровень (регионы присутствия компании);
- высший уровень (нефтегазовая корпорация в целом).

В каждом конкретном случае требуется уточнение организационно-управленческой структуры компании, для которой предполагается разработка чат-бота.

Рассмотрим использование современных чат-ботов в нефтегазовом бизнесе на примере США. Для нефтегазовой отрасли США не так давно были разработаны программы чат-боты (Sandy, Nesh и Ralphie [6]), или виртуальные помощники, как одно из направлений искусственного интеллекта.

В случае с Nesh основная цель – предоставление возможности для всех уровней корпоративного управления использовать программные продукты компании, просто задавая вопросы (в речевой, либо текстовой формах).

Запросы могут включать расстановку приоритетов в местах бурения, поиск оптимального расстояния между скважинами или построение типовых кривых достижений и активов других добывающих предприятий. Последние типы отчетов широко распространены в добывающем секторе Северной Америки, где компании постоянно анализируют друг друга по вопросам приобретения лицензий на разведку и добычу полезных ископаемых [6].

Nesh также обеспечивает информацией, по которой у пользователя не было запроса, и в процессе составления сравнительного отчета Nesh может самостоятельно провести какой-то численный эксперимент, например, построение интерференционной зависимости от скважины к скважине.

Как отмечают разработчики, исходя из актуальности этой проблемы, Nesh мог бы предложить начать бурение на конкретном участке раньше, чем планировалось, чтобы избежать вмешательства операторов в работу [6].

Чат-бот Sandy представляет собой новое программное обеспечение для моделирования коллектора, которое стоит поверх другого набора программ искусственного интеллекта, интерпретирующих сейсмические данные и ускоряющих численное моделирование. Sandy облегчает традиционные рабочие операции в процессе разведки и добычи в отрасли. Некоторыми из вещей, на которые Sandy способна быстро найти ответ, являются подробные анализы пористости и трещиноватости пласта [6].

Чат-бот Ralphie помог построить систему скважин в США и записать данные, которые можно использовать для исследования целевых зон залежей. Ralphie позволяет пользователям определять участки или продуктивные пласты, потенциально пригодные для разработки, и генерировать отчеты по данному процессу. Интерфейс Ralphie, как и у других чат-ботов в этом сегменте, также оснащен механизмом искусственного интеллекта, который анализирует геологическую и экономическую информацию [6].

Выводы

Таким образом, современные чат-боты применимы во многих бизнес-процессах компаний: кадровом делопроизводстве и подборе персонала, внутренних коммуникациях, IT- и юридической поддержке, административной офисной работе. Важным и перспективным направлением можно считать разработку корпоративных чат-ботов как инструментов сквозной автоматизации бизнес-процессов.

Разработка и внедрение чат-ботов в практику нефтегазового бизнеса, по сути, только начинается. Но уже на данном этапе их развития очевидно, что при разработке чат-ботов необходимо учитывать отраслевую специфику нефтегазовых предприятий (место в структуре нефтегазового комплекса), а также уровень корпоративного управления в структуре нефтегазовой компании. Каждая конкретная сфера применения чат-ботов, будь то коллекторы углеводородов, сейсмические данные или каротаж скважин, будет требовать от данного типа виртуальных помощников способность быстро оценивать сложные проблемы и способность к обучению.

Литература

1. Бубликова Е.И. Информационное обеспечение нефтегазовых компаний в новых условиях: модели интеграции // Таврический научный обозреватель. 2016. №10-1 (15). С. 75-79. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27450750>
2. Бубликова Е.И. Развитие механизмов интеграции информационного обеспечения консолидированных предприятий нефтегазового комплекса // Вестник Южно-Российского государственного технического университета (Новочеркасского политехнического института). Серия: Социально-экономические науки. 2015. №2. С. 110-115. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23162350>
3. Пять самых успешных чат-ботов в бизнесе. – URL: <https://clck.ru/QEePQ>
4. Хадина М. Современные чат-боты в HR: почему не надо «троллить» роботов. – URL: <https://clck.ru/QEeQB>
5. Чем полезен корпоративный чат-бот. Золотарев П. Ведомости. 14 мая 2018 г. – URL: <https://clck.ru/DNQQj>
6. Trent Jacobs (2019) The Oil and Gas Chat Bots Are Coming. Journal of Petroleum Technology. Volume 71. Issue 02. Pages 34 – 36. DOI: <https://doi.org/10.2118/0219-0034-JPT;> URL: <https://clck.ru/QEeSP>

УДК 004.4

**ИНТЕРНЕТ ТЕХНОЛОГИИ,
ИСПОЛЬЗУЮЩИЕСЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ
ЭЛЕКТРОННЫХ ТОРГОВЫХ ПЛОЩАДОК**

**TECHNOLOGY INTERNET
USED TO CREATE ELECTRONIC MARKETPLACE
WEB APPLICATIONS**

Кадыров Р.Р.,
Уфимский государственный нефтяной технический университет,
филиал в г. Салават, ул. Губкина, 22б, г. Салават, Республика Башкортостан,
453250, Россия

R.R. Kadyrov,
Ufa State Petroleum Technological University,
Branch in the Salavat, Gubkin Str., 22b, Salavat, Republic of Bashkortostan,
453250, Russia

e-mail: Pressionem@gmail.com

Аннотация. Закупки проводятся на электронных торговых площадках, которые являются веб-приложениями. Веб-приложения имеют клиент-серверный метод распределенных вычислений. Взаимодействие клиента и сервера происходит по протоколу HTTP. Сервер отправляет клиенту веб-страницы. Взаимодействие имеет более гибкое развитие, в виде технологий AJAX и WebSocket. Позволяющие не отправлять целиком веб-страницы, а только ту часть, которую необходимо обновить. Для создания веб-интерфейса в веб-приложениях существуют два подхода использования: специализированных платформ, стандартных технологий. Второй способ позволяет создавать более сложные интерфейсы, но имеет проблемы с поддержкой среди браузеров. Одно из отличий веб-приложений от обычных сайтов, это наличие интерактивных веб-страниц, построенных на комбинации: HTML, CSS, JS. Клиентский язык JS взаимодействует с объектной моделью документа, и может менять её, тем самым изменяя веб-страницу. Язык JS имеет расширения, в виде фреймворков или языках, которые компилируются в JS. Язык JS создавался на подходах, которые сейчас устарели и не позволяют использовать современные функции, расширения призваны решить эту проблему. С появлением WebAssembly в клиентских языках программирования могут использоваться высокоуровневые языки программирования, такие как C#, C++, Python.

Abstract. Purchases are conducted on electronic trading platforms, which are web applications. Web applications have a client-server distributed computing method. The interaction of the client and server occurs via HTTP. The server sends web pages to the client. The interaction has a more flexible development, in the form of AJAX and WebSocket technologies. Allowing you not to send the entire web page, but only the part that needs to be updated. To create a web interface in web applications, there are two approaches to use: specialized platforms, standard technologies. The second method allows you to create more complex interfaces, but has problems with support among browsers. One of the differences between web applications and regular sites is the presence of interactive web pages built on a

combination of: HTML, CSS, JS. The JS client language interacts with the document object model, and can change it, thereby changing the web page. The JS language has extensions, in the form of frameworks or languages that are compiled into JS. The JS language was created on approaches that are now outdated and do not allow the use of modern functions, extensions are designed to solve this problem. With the advent of WebAssembly, high-level programming languages such as C #, C ++, Python can be used in client programming languages.

Ключевые слова: веб-приложение, веб-интерфейс, HTTP, язык разметки, WebAssembly, Ajax.

Keywords: web application, web interface, HTTP, markup language, WebAssembly, Ajax.

На сегодняшний день 86% компаний проводят в электронном виде больше половины своих закупок. «Бумажные» процедуры сохраняются только для специфических видов тендеров [1]. Закупки проводятся на электронных торговых площадках, которые позволяют обеспечить взаимодействие продавца и покупателя через интернет, фактически являясь веб-приложением.

Веб-приложения построены на трёхуровневой архитектуре, состоящей из трех компонентов (уровней):

- клиент (уровень представления);
- сервер приложения (уровень бизнес-логики);
- сервер базы данных (уровень доступа к данным).

Передача данных между сервером приложения и клиентом происходит с использованием протокола HTTP. Сервер, получая запрос от клиента формирует веб-страницу и возвращает её пользователю по сети. (рисунок 2).

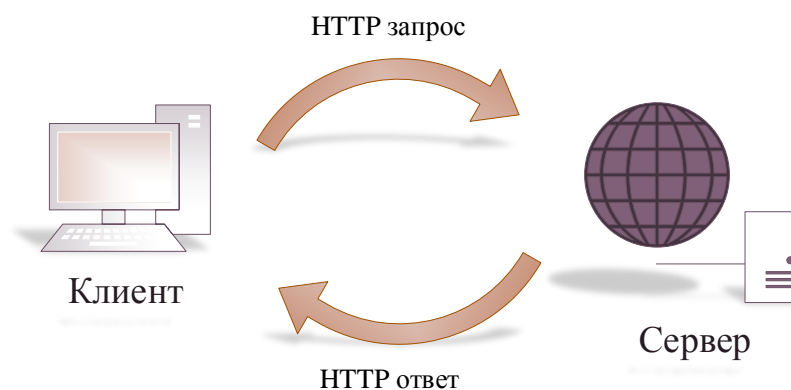


Рисунок 2. Взаимодействие клиента и сервера

Для создания интерактивности и динамичности на веб-страницах, например, чтобы при действиях пользователя, страница не обновлялась целиком, а загружалась только необходимая часть, применяются следующие технологии:

- Ajax, использует протокол HTTP, позволяет создавать дополнительные «запрос-ответы» для обмена данными между клиентом и сервером;
- WebSocket, является протоколом связи поверх TCP-соединения, позволяя устанавливать канал для обмена сообщениями между клиентом и сервером.

Обе технологии поддерживаются и распространены среди браузеров до 95% [2].

Но WebSocket обладает рядом преимуществ:

- WebSocket создаёт канал для передачи данных, который существует на время сессии пользователя и не требует ресурсов на его поддержании, в отличие от Ajax, которому нужно постоянно «спрашивать» сервер на наличие изменений;
- Так как, Ajax постоянно отправляет запросы на сервер, то нагрузка на сервер растёт пропорционально количеству клиентов;
- Протокол HTTP имеет ограничения на количество одновременно открытых сессий. WebSocket не имеет подобного ограничения, и способен открывать столько сессий, сколько потребуется.

Веб-интерфейс в веб-приложениях реализуется с помощью веб-страниц, обрабатываемых в браузере. Для его реализации существует два подхода, их сравнение приведены в таблице 1.

Таблица 1. Сравнение подходов к созданию веб-интерфейсов

Характеристики	Классический	Специализированные платформы
Кросс-браузерность.	+	–
Возможность выполнения вычислений на устройстве пользователя.	+	+
Возможность продолжения работы приложения после отправки запроса серверу.	+	+

Классический (DHTML), использует комбинации: статического языка разметки, языка сценариев на стороне клиента, языка описания представления и объектной модели документа.

С использованием специализированных платформ, таких как: Flash, Silverlight, JavaFX браузеру передаётся «движок», который будет отвечать за создание интерфейса.

Второй способ имеет проблемы с поддержкой, так как платформы создаются разными компаниями, используя различные средства разработки, из-за чего браузеры имеют проблемы с оптимизацией и не стремятся поддерживать у себя эти платформы. Также, множество веб-приложений отказываются от такого способа, с появлением стандартизированных технологий, принятыми наиболее популярными браузерами. Например, пятая версия HTML, позволяет работать с аудио, видео, графикой, анимацией и т.д. напрямую в браузере. В связи с этим, Adobe, создатель одной из популярнейшей платформы Flash, прекратит её поддержку для браузеров в 2020 году [3]

В основе веб-интерфейса лежит веб-страница, для создания дизайна на ней используются общепринятые языки: язык разметки HTML, язык представления CSS, язык сценариев JavaScript (JS). Динамичность и интерактивность странице придаёт язык сценариев, которые в ходе выполнения работает с DOM (объектная модель документа). DOM, является программным интерфейсом, позволяющий программам и скриптам получать доступ к разметке и действиям пользователям на веб-странице (рисунок 2).

JS возник вместе с первыми веб-технологиями, из-за чего он не обладает всеми гибкостями и возможностями современных языков, не смотря на то, что он постоянно дорабатывается. Причиной этому является, устаревшие принципы, на которых построен язык. Чтобы повысить функционал, качество кода и удобство сопровождения используются:

- фреймворки JS – фреймворк приложения, написанный на JavaScript. Он отличается от библиотеки JavaScript в своем потоке управления: библиотека предлагает функции, которые должны вызываться ее родительским кодом. Наиболее популярные: React, Vue, Angular, Preact.

– языки программирования, код, написанный на таких языках, предварительно компилируется в JS, понятный браузеру, например: TypeScript, Kotlin, Нахе.

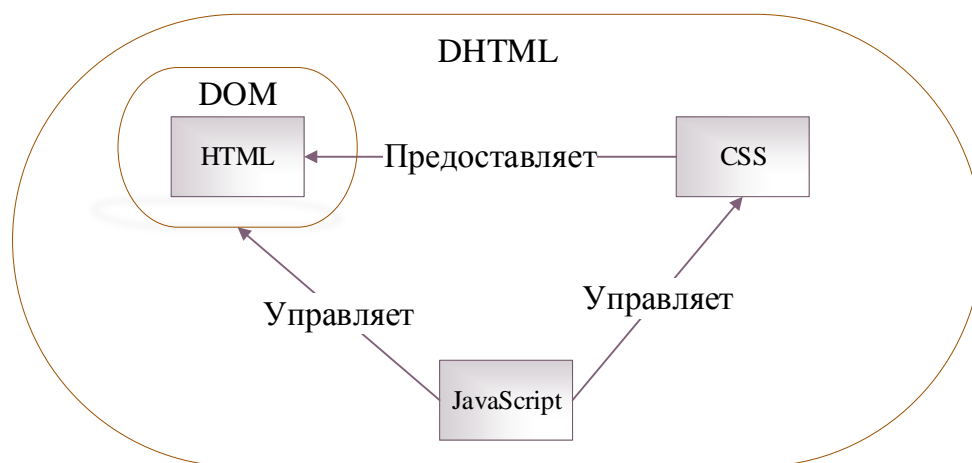


Рисунок 2. Принцип работы веб-интерфейса

Возникновение второго способа связано с целью достижения максимальной производительности. За компиляцию JS кода отвечают «JS-движки», которые предоставляет браузер. Для быстрого выполнения кода, компиляции динамическая, когда одна часть исполняется, а другая в это время компилируется. Компилятор пытается «угадать» какая часть наиболее используемая, основываясь на типе данных. Так как, у JS динамическая типизация переменных (тип переменных определяется по мере выполнения программы), компилятор не может выделить определённый объём памяти, соответственно программа занимает больший объём и выполняется дольше. Помимо предоставления большего функционала, языки, которые компилируются в JS, предварительно могут указывать движку браузера тип переменных, что повышает производительность

В 2015 году у второго способа появилось развитие в виде WebAssembly и на текущий момент поддерживается на 90% в используемых браузерах [4]. WebAssembly, является бинарным форматом инструкций, позволяющий использовать высокоуровневые языки программирования для серверной и клиентской части. Формат позволяет «JS-движку» браузера обработать код, написанный на высокоуровневом языке, таком как C#, C++, Python.

Выводы

Текущие интернет технологии обладают необходимой гибкостью и производительностью позволяя создать веб приложения для электронной торговой площадки, обладающее всем необходимым функционалом.

Литература

1. Рейтинг электронных торговых площадок. [Электронный ресурс]. – URL: <https://clck.ru/QEgbC> (Дата обращения: 21.03.2020).
2. Могу ли я использовать. [Электронный ресурс]. – URL: <https://clck.ru/QEgaF> (Дата обращения: 22.03.2020).
3. Adobe прекращает поддержку Flash. [Электронный ресурс]. – URL: <https://clck.ru/QEgcF> (Дата обращения: 22.03.2020).
4. Могу ли я использовать. [Электронный ресурс]. – URL: <https://clck.ru/QEgYf> (Дата обращения: 24.03.2020).

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

УДК 004.272.43, 519.872.2, 519.872.5

**АНАЛИТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВРЕМЕНИ ОБМЕНА
В ПОДСИСТЕМЕ «ПРОЦЕССОР-ПАМЯТЬ»
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ МНОГОПРОЦЕССОРНЫХ
РЕКОНФИГУРИРУЕМЫХ СИСТЕМ****ANALYTICAL MODELS FOR ESTIMATING THE EXCHANGE TIME
IN THE «PROCESSOR-MEMORY» SUBSYSTEM
OF SPECIALIZED MULTIPROCESSOR RECONFIGURABLE SYSTEMS**

Мартенс-Атюшев Д.С., Мартышкин А.И.,
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет»,
г. Пенза, Российская Федерация

D.C. Martens-Atyushev, A.I. Martyshkin,
FSBEI HE “Penza State Technological University”,
Penza, Russian Federation

e-mail: novoselich93@mail.ru

Аннотация. В работе рассматриваются модели подсистемы «процессор-память», специализированных многопроцессорных реконфигурируемых систем с архитектурой однородного доступа в память. Представлен способ повышения масштабируемости системы и пропускной способности общей шины. Предлагаемое решение заключается во включении в состав подсистемы «процессор-память» аппаратного контроллера памяти, который должен поддерживать режим распределения транзакции чтения и записи от процессоров в память. Данный режим способствует значительной разгрузке обмена на общей шине. Разработанные аналитические выражения, основаны на теории массового обслуживания и микроанализе производительности многопроцессорных систем. Модели представлены в виде разомкнутых стохастических сетей массового обслуживания с простейшими распределениями входных потоков и времен обслуживания. Основная цель исследования сформулировать выражения для оценки времени обмена в подсистеме «процессор-память» с учетом задержек на всех этапах обмена. Также разработанные выражения необходимы в дальнейшем для проведения вычислительного эксперимента, чтобы оценить и обосновать выбранный способ повышения масштабируемости системы и пропускной способности общей шины. Полученные формулировки позволяют исследовать вероятностно-временные характеристики моделей подсистемы «процессор-память», на системном этапе проектирования специализированных многопроцессорных реконфигурируемых систем.

Abstract. The models of the “processor-memory” subsystem, specialized multiprocessor reconfigurable systems with the architecture of homogeneous memory access, are considered. A method for increasing the scalability of the system and the bandwidth of the shared bus is presented. The proposed solution is to include a hardware memory controller in the “processor-memory” subsystem, which should support the distribution of read and write operations from processors to memory. This mode helps to significantly relieve the exchange on the shared bus. The developed analytical expressions are based on Queuing theory and

microanalysis of performance of multiprocessor systems. The model presented in the form of open-loop stochastic Queuing networks with simple distributions of input stream and service time. The main goal of the study is to formulate expressions for estimating the exchange time in the “processor-memory” subsystem, taking into account the delays at all stages of the exchange. Also, the developed expressions are necessary in the future for conducting a computational experiment in order to evaluate and justify the chosen method for increasing the scalability of the system and the bandwidth of the common bus. The obtained formulations allow us to study the probabilistic-time characteristics of models of the “processor-memory” subsystem at the system stage of designing specialized multiprocessor reconfigurable systems.

Ключевые слова: специализированные многопроцессорные реконфигурируемые системы, СМО, аналитические модели, подсистема «процессор-память», контроллер памяти.

Keywords: Specialized reconfigurable multiprocessor systems, queueing system, analytical model, «processor-memory» subsystem, memory controller.

В процессе проектирования специализированных многопроцессорных реконфигурируемых систем (СМРС) на системном этапе, проводится исследование и анализ различных типов архитектур. Одним из распространенных способов исследования является аналитическое моделирование с использованием систем массового обслуживания (СМО) [1, 2]. Благодаря данному подходу можно получить вероятностно-временные характеристики исследуемой модели СМРС, что позволит выявить задержки, а также «узкие места» рассматриваемой архитектуры.

Таким образом, получив набор временных параметров и данных по изучаемой архитектуре, появляется возможность для реализации различных решений по повышению быстродействия и пропускной способности коммутационных узлов СМРС. В данной работе поставлена задача разработки аналитических моделей для исследования и оценки вероятностно-временных характеристик операций обмена в подсистеме «процессор-память» специализированных многопроцессорных реконфигурируемых систем.

Как правило, в любых многопроцессорных системах источниками задержек могут выступать центральные процессоры (ЦП), общая шина (ОШ), оперативная память (ОП), каналы ввода-вывода, внешняя память [3]. В соответствии с вышесказанным основными интересом в исследовании будут представлять задержки, связанные с ОП и ОШ. На данный момент при разработке СМРС, часто применяется архитектура с организацией однородного доступа к памяти (общая память) (рисунок 1).



Рисунок 1. Структура СМРС с однородным доступом к памяти

Для такой архитектуры, любой процессор имеет одинаковое время доступа к каждому модулю памяти. Если в данном виде процесс невозможен, то быстрые операции замедляются, чтобы соответствовать самым медленным. Подобная однородность позволяет контролировать производительность, что немало важно для создания эффективных программ. Однако в данной архитектуре есть существенный недостаток. При использовании от двух до трех процессоров, контроль доступа к шине осуществляется без проблем. Но сложности появляются, при количестве процессоров 32 или 64 [4, 5].

Это обстоятельство характеризуется тем, что когда ЦП необходимо обратиться в память он занимает общую шину на весь цикл обмена. Так как все ЦП имеют однородный доступ и если ОШ занята, центральный процессор будет ожидать ее освобождения, поэтому, чем больше ЦП в системе, тем больше увеличивается простоя этой системы. Так что производительность и масштабируемость СМРС в данном случае характеризуется пропускной способностью шины.

Проблемы с масштабируемости возможно решить, если в подсистему «процессор-память» включить контроллер памяти (КП) содержащий буфер чтения (БЧ) и буфер записи (БЗ) (рисунок 2).

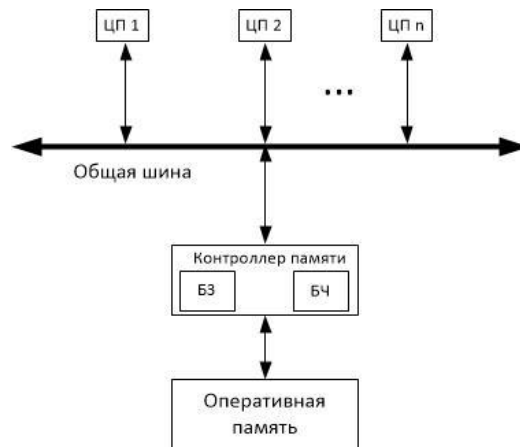


Рисунок 2. Структура СМРС с контроллером памяти

Данное решение заключается в поддержке операции обмена с распределением транзакции на чтение и запись, а также их буферизацию [6]. Конфликт на общей шине разрешается следующим путем. При операции чтения транзакция делится на две части на адресную и транзакцию данных. ЦП выставляет на ОШ адрес и данные, которые записываются в буферы КП и освобождает общую шину, тем самым позволяя другим центральным процессорам произвести операции обмена с памятью. Контроллер памяти, получив адрес и данные, автономно обращается к памяти, считывает из нее информацию и сигнализирует об этом ЦП. В ответ процессор снова запрашивает общую шину и читает слово данных из контроллера памяти. Следует учесть также, что данные, требуемые на чтение для ЦП, могут уже находиться в буферах КП. Исходя из этого, предусмотрена функция поиска данных по буферам записи и чтения контроллера памяти.

Операция записи производится подобным способом, что и чтение, с одной лишь разницей, что не требуется ответа от памяти, ЦП захватывает ОШ, передает адрес и данные КП и тут же отключается от общей шины. Таким образом, предполагается сокращение времени обмена в подсистеме «процессор-память» и повышение пропускной способности общей шины.

Для исследования, спроектированы две модели, для последующего сравнительного анализа вероятностно-временных характеристик. Первая модель

(рисунок 3) представляет собой подсистему «процессор-память» оригинальной архитектуры с однородным доступом к памяти.

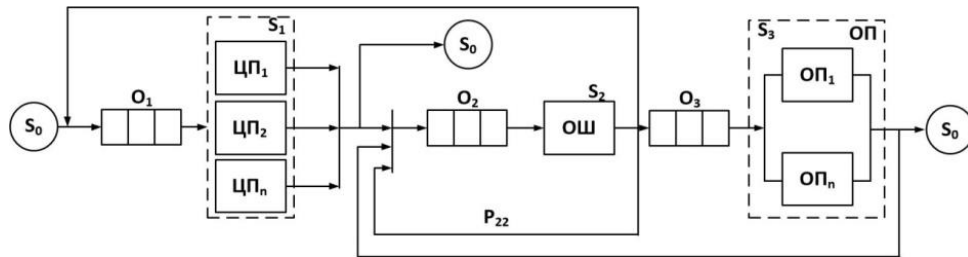


Рисунок 3. Модель подсистемы «процессор-память» с однородным доступом

Вторая модель (рисунок 4) является подобной, за исключением того, что в составе подсистемы предусмотрен контроллер памяти.

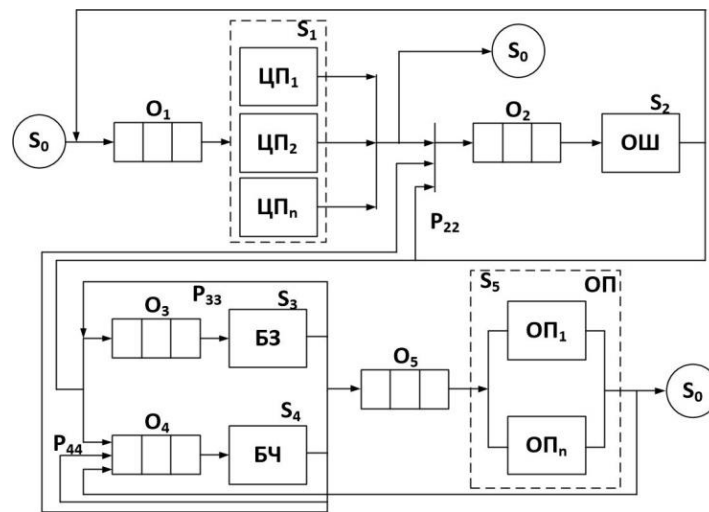


Рисунок 4. Модель подсистемы «процессор-память» с контроллером памяти

Указанные модели являются разомкнутыми сетями массового обслуживания. Где ЦП и ОП являются СМО типа М/М/м/К, а общая шина и составные части контроллера (БЧ, БЗ) типа М/М/1/К, распределение потоков и времени обслуживания являются простейшими. Число мест в очереди ограничено во всех типах СМО сети кроме ЦП, ОШ и равно К. При указанных параметрах СМО сети средние значения характеристик, обычно не более чем на 10-15% отличаются от реальных, что вполне приемлемо для приближенной оценки характеристик исследуемых моделей [1, 7, 8].

Источником заявок в моделях S_0 являются запросы от внешних устройств по отношению к подсистеме «процессор-память», многоканальная система S_1 моделирует обслуживание запросов, поступающих в центральные процессоры. Одноканальная система S_2 это общая шина. Для первой модели оперативная память представлена многоканальной системой S_3 .

В модели с контроллером памяти одноканальные системы S_3 и S_4 являются буферами записи и чтения соответственно. Многоканальная система S_5 моделирует работу оперативной памяти.

Выражения для получения вероятностно-временных характеристик исследуемых моделей были получены согласно [1, 7, 8] и представлены в [9]. Для исследования в данной работе задержек и времени обмена в подсистеме «процессор-память» воспользуемся полученными выражениями среднего времени ожидания в очереди и среднего времени пребывания в системе.

Для многоканальной СМО среднее время ожидания в очереди:

$$\omega_j = \frac{\vartheta_j (\lambda_j \vartheta_j)^m (1 - (\lambda_j \vartheta_j / m)^k) [1 + k(1 - \lambda_j \vartheta_j / m)]}{mm!(1 - \lambda_j \vartheta_j / m)^2} p_0,$$

для одноканальной:

$$\omega_j = \frac{\vartheta_j^2 \lambda_j (1 - (\lambda_j \vartheta_j)^k) [1 + k(1 - \lambda_j \vartheta_j)]}{(1 - \lambda_j \vartheta_j)^2} p_0$$

Среднее время пребывания заявки выражаются согласно [8]:

$$u_j = \omega_j + \vartheta_j$$

Через формулы вероятностно-временных характеристик моделей выведем аналитические выражения для операций обмена в подсистеме «процессор-память». Допустим, что операции производятся пословно или по группам слов, следовательно, для операции чтения и записи с оригинальной архитектурой подсистемы с однородным доступом потребуется, обычны цикл шины:

$$T_{обм} = u_{ЦП} u_{ОШ} + Z_{ОШ} + u_{ОШ} + u_{ОП},$$

где $u_{ЦП} u_{ОШ}$ – время занятия общей шины ЦП (определяется в зависимости от управления общей шиной) в модели характеризуется как произведение средних времен пребывания заявки в S1 и в S2.

Цикл шины $u_{ОШ}$ – это среднее время пребывания системы S2 в модели. Задержка $Z_{ОШ}$, связанная с занятостью системы S3 согласно [10], определится как вероятность приостановки p_{22} и среднее время пребывания в системе S2. Среднее время пребывания в системе S3 $u_{ОП}$ характеризует цикл оперативной памяти.

Определим время обмена при использовании контроллера памяти. Так как в данном решении применяется распределения операции чтения и записи то в первую очередь необходимо, получить выражения этих операций. Как было описано выше, захват общей шины ЦП, при использовании КП, на весь цикл обмена не осуществляется, а транзакций, затрачиваемых ЦП при чтении, необходимо две, на выдачу и получение данных. Тогда выражение для операции чтения принимает следующий вид:

$$T_{чт} = 2(Z_{ОШ} + u_{ОШ} + (\frac{u_{БЧ} + Z_{БЧ}}{p_{БЧ}}) p_{ОП}) p_{23} + u_{ОП},$$

где $u_{БЧ}$ – среднее время пребывания в системе S4,

$p_{ОП}$ – вероятность нахождения читаемы данных в оперативной памяти,

$p_{БЧ}$ – вероятность нахождения читаемых данных в буфере чтения,

p_{23} – вероятность запроса операции чтения.

Задержки $Z_{ОШ}$ и $Z_{БЧ}$ связаны с ограничением мест в буфере чтения и оперативной памяти, которые определяются согласно [10].

Для операции записи выражение принимает вид:

$$T_{\text{зан}} = Z_{\text{ОШ}} + u_{\text{ОШ}} + (u_{\text{БЗ}} + Z_{\text{БЗ}})p_{24} + u_{\text{ОП}},$$

где $u_{\text{БЗ}}$ – среднее время пребывания в системе S_3 ,

p_{24} – вероятность запроса операции записи.

Задержки $Z_{\text{ОШ}}$ и $Z_{\text{БЗ}}$ также как и в буфере чтения связаны с ограничением мест в буфере записи и оперативной памяти [10].

Тогда через суммирование транзакции чтения и записи получим время обмена в подсистеме «процессор-память»:

$$T_{\text{об}} = 3(Z_{\text{ОШ}} + u_{\text{ОШ}} + u_{\text{ОП}}) + (u_{\text{БЗ}} + Z_{\text{БЗ}})p_{24} + \left(\frac{u_{\text{БЧ}} + Z_{\text{БЧ}}}{P_{\text{БЧ}}}\right)p_{23}$$

Выводы

Таким образом, в работе были представлены модели для оценки и сравнительного анализа характеристик подсистемы «процессор-память». Представлен один из методов разрешения проблемы с масштабируемости многопроцессорных систем и повышения производительности. В дальнейших исследованиях будет проведено моделирование на основе представленных выражений для подтверждения работоспособности предлагаемого метода.

Разработанные аналитические выражения, основанные на теории массового обслуживания, позволят оценить временные параметры обмена между ЦП и ОП, без больших временных и ресурсных затрат при проектировании специализированных многопроцессорных реконфигурируемых систем.

Исследование выполнено при поддержке гранта РФФИ «Конкурс на лучшие проекты фундаментальных научных исследований, выполняемые молодыми учеными, обучающимися в аспирантуре» (Грант № 19-37-90093 Аспиранты).

Литература

1. Клейнрок, Л. Вычислительные системы с очередями / Л. Клейнрок. – М.: Мир, 1979. – 600 с.
2. Байцер Б. Микроанализ производительности вычислительных систем / Б. Байцер. – М.: Радио и связь, 1983. – 360 с.
3. Многопроцессорные системы. Архитектура, топология, анализ производительности / (Бикташев Р.А., Князьков В.С) // – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2004. – 107 с.
4. Цилькер Б.Я. Организация ЭВМ и систем / Б.Я. Цилькер, С.А. Орлов. – СПб: Питер, 2011. – 688 с.
5. Таненбаум Э. Архитектура компьютера. 6-е изд. / Э. Таненбаум, Т. Остин – СПб.: Питер, 2013. – 816 с.
6. Мартышкин А.И. Математическое моделирование аппаратного буфера памяти многопроцессорной системы // в сборнике: Оптикоэлектронные приборы и устройства в системах распознавания образов, обработки изображений и символьной информации. Распознавание-2015 сборник материалов XII Международной научно-технической конференции, 2015. – С. 247-249.
7. Алиев Т.И. Основы моделирования дискретных систем. / Т.И. Алиев. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2009. – 363 с.
8. Основы теории вычислительных систем. Под ред. С.А. Майорова. – М.: ВШ. – 1978.

9. Мартенс-Атюшев Д.С. Оценка и анализ характеристик математических моделей специализированных реконфигурируемых систем // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2019. – №3(47). – С. 84-88.

10. Костров Б.В. Исследование структурной организации и оценка производительности многопроцессорных вычислительных систем с общей шиной / Б.В. Костров, А.И. Мартышкин // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2018. – Вып. 2. – С. 152-162.

УДК 004:629.7.054.07

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЗАИМНОЙ ВЫСОКОТОЧНОЙ НАВИГАЦИИ

HARDWARE AND SOFTWARE COMPLEX STRUCTURE DEVELOPMENT FOR MODELING MUTUAL HIGH-PRECISION NAVIGATION

Жгун А.В., Жгун Д.А., Кликно Д.Д., Голубятников М.А., Буравлева М.Е.,
ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»,
г. Красноярск, Российская Федерация

A.V. Zhgun, D.A. Zhgun, D.D. Klikno, M.A. Golubyatnikov, M.E. Buravleva,
FSBEI HPE “Siberian Federal University”,
Krasnoyarsk, Russian Federation

e-mail: alexlig8@yandex.ru

Аннотация. Несмотря на перспективность применения спутниковых навигационных систем (ГЛОНАСС, GPS, GALILEO) для навигации космических аппаратов на низких околоземных орбитах при разработке систем навигации для них возникают множество технических проблем. На сегодняшний день существует проблема создания, развертывания и управления многоспутниковыми группировками малых космических аппаратов дистанционного зондирования земли. И одной из серьезнейших задач, предлагаемой к решению в данной статье, является задача навигационно-баллистического и частотно-временного обеспечения многоспутниковой группировки в целом. Решать указанную задачу планируется за счет использования относительных фазовых режимов работы ГНСС-приемников. В данной работе рассматривается возможная структура программно-аппаратного комплекса, задачей которого является проведение исследований методов взаимной высокоточной навигации малых космических аппаратов дистанционного зондирования земли. Рассматриваемый программно-аппаратный комплекс позволит не только проверить правильность работы методов взаимной высокоточной навигации, но и привести полунатурные экспериментальные исследования точностных характеристик разрабатываемых систем навигации на основе ГНСС-технологий, которые могут применяться в перспективных образцах космических аппаратов, находящихся на низких орбитах. Особенностью данного программно-аппаратного комплекса является возможность определения не только координат и скорости движения объекта, но и пространственной ориентации антенной системы космического аппарата.

Abstract. Using satellite navigation systems (GLONASS, GPS, GALILEO) for navigation spacecraft in low-earth orbits, have many technical problems in developing navigation systems for them, despite of promising. Today, there is a problem of creating, deploying and managing multi-satellite groupings of small space remote sensing devices. And one of the most serious problems proposed for solution in this article is the problem of navigation-ballistic and frequency-time support of the multi-satellite grouping on the whole. It is planned to solve this problem by using relative phase modes of operation of GNSS receivers. In this working, we consider the possible structure of a software and hardware complex, which task is conduct research on methods of mutual high-precision navigation of small spacecraft remote sensing devices. This software and hardware complex will allow to check correctness of the methods of mutual high-precision navigation, and also to conduct semi-natural experimental studies of the accuracy characteristics of the navigation systems, which being developed on GNSS technologies that can be used in the perspective spacecraft's in low orbits. The feature of this software and hardware complex is the ability to determine the coordinates and speed of the object, and the spatial orientation antenna system of the spacecraft's.

Ключевые слова: ГЛОНАСС, GPS, GALILEO, ГНСС-приемник, навигационный приемник, взаимная навигация, программно-аппаратный комплекс.

Keywords: GLONASS, GPS, GALILEO, GNSS-receiver, navigation receiver, mutual navigation, hardware-software complex.

Современное состояние космической деятельности свидетельствует о возрастании интереса к разработке космических систем на основе малых космических аппаратов (МКА). Среди основных тенденций развития таких систем можно отметить синтез многоспутниковых космических систем дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

Использование МКА для целей ДЗЗ имеет большие перспективы, а формирование многоспутниковых группировок позволяет существенно улучшить потребительские качества космической информации. Однако, формирование многоспутниковых группировок требует решения ряда научных и технических проблем.

На сегодняшний день существует проблема создания, развертывания и управления многоспутниковыми группировками МКА ДЗЗ. И одной из серьезнейших задач, предлагаемой к решению в данной статье, является задача навигационно-баллистического и частотно-временного обеспечения многоспутниковой группировки в целом. Решать указанную задачу планируется за счет использования относительных фазовых режимов работы ГНСС-приемников (приемников глобальной навигационной спутниковой системы).

Методы определения координат и углов пространственной ориентации объектов при помощи ГНСС-приемников для наземных потребителей хорошо изучены. Однако прямой перенос методов, разработанных для наземных потребителей, невозможен для применения в бортовой навигационной аппаратуре МКА. Требуется существенное увеличение точности навигационных определений при одновременном сохранении массогабаритных показателей на минимальном уровне.

Успешность функционирования многоспутниковой группировки во многом зависит от точности позиционирования каждого космического аппарата (КА) в ее составе. Причем важнейшую роль имеет точность взаимной привязки МКА в группировке. Достаточно эффективными методами реализации высокой точности позиционирования являются дифференциальные методы.

Проведение исследования возможностей увеличения точности измерения координат и пространственной ориентации МКА позволит выйти на качественно новый уровень навигационно-баллистического и частотно-временного обеспечения как одиночных МКА, так и их группировок.

подавляющее число ГНСС-приемников на орбите предназначены для получения временной и навигационной информации. Они способны обеспечить требуемую точность позиционирования, которая вряд ли может быть достигнута при помощи других навигационных приборов в этой же ценовой категории. Методы измерения координат МКА мало чем отличаются от классических одномоментных методов, применяемых в наземных ГНСС-приемниках.

Однако есть и нерешенные проблемы, сдерживающие применение ГНСС-приемников для высокоточного навигационного обеспечения МКА, такие как увеличение точности навигационных определений до сантиметровой, применение ГНСС-приемников для определения пространственной ориентации МКА, уменьшение массогабаритных показателей и показателей энергопотребления.

С помощью разрабатываемого программно-аппаратного комплекса (ПАК) планируется разработать методы взаимной высокоточной навигации МКА; методы коррекции неидентичностей фазовых характеристик и межканальной задержки сигналов в приемных каналах ГНСС-приемников; методы измерения углов пространственной ориентации; алгоритм одномоментного разрешения фазовой неоднозначности трехчастотного сигнала.

Разработка указанных методов позволит в дальнейшем разработать бортовую навигационную систему и системы межспутниковой связи МКА, с техническими характеристиками, существенно превосходящими аналоги в части точности измерения взаимных координат и определения пространственной ориентации.

Разрабатываемый ПАК моделирования предназначен для проведения экспериментальных исследований разработанных методов взаимной высокоточной навигации малых КА для создания многоспутниковых группировок дистанционного зондирования Земли. Он должен обеспечивать проведение экспериментальных исследований разработанных методов взаимной высокоточной навигации с использованием реальных сигналов спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС/GPS.

Планируется, что предлагаемый ПАК будет включать в себя два макета ГНСС-приемников, два антенных поста, измерительную аппаратура, а также управляющий компьютер.

Устройство разрабатываемого ПАК приведено на рисунке 1.

Предполагается, что имитатор сигналов ГЛОНАСС и GPS будет формировать сигналы НКА, которые будут подаваться на излучающую антенну или непосредственно на вход макетов многоканальных ГНСС-приемников.

Многоканальные ГНСС-приемники предназначены для приема и обработки навигационных сигналов. Управлять ими планируется при помощи мобильных ЭВМ. Контроль за мощностью принимаемых навигационных сигналов планируется производить при помощи датчика мощности, при одновременном контроле спектра навигационных сигналов с помощью анализатора спектра.

Контроль мощности является неотъемлемой частью проектируемого устройства.

Для минимизации затрат на разработку и проектирование ПАК, предполагается проектирование на базе уже созданных навигационных приемников, позволяющих производить фазовые измерения.

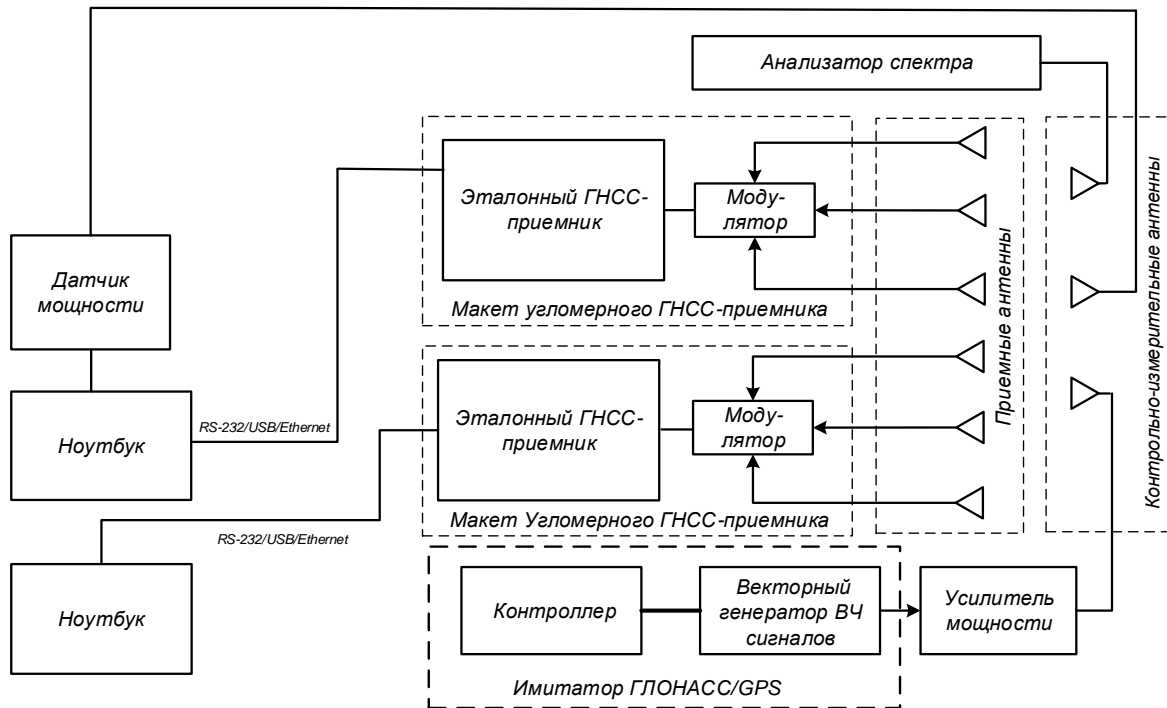


Рисунок 1. Структурная схема Программно-аппаратного комплекса моделирования взаимной высокоточной навигации

Основная задача этого макета будет заключаться в определении координат и скорости движения объекта, пространственной ориентации (измерения азимута, тангажа и крена) антенной системы и связанного с ней объекта по радиосигналам до 24 навигационных космических аппаратов (НКА) ГЛОНАСС (ГЛОНАСС-М) и GPS, передаваемым в диапазоне L1 (коды стандартной точности – СТ и высокой точности – ВТ ГЛОНАСС и код C/A GPS) и в диапазоне L2 (коды СТ и ВТ ГЛОНАСС).

Макет многоканального ГНСС-приемника должен обеспечить:

- а) автоматический прием сигналов не менее чем от 24 навигационных КА ГЛОНАСС и GPS;
- б) измерение текущих координат и углов пространственной ориентации каждого из антенных постов с точностью, обеспечиваемой системами ГЛОНАСС/GPS;
- в) выделение из сигналов НКА оперативной навигационной информации;
- г) прием альманахов навигационных систем с их сохранением в энергонезависимой памяти и выдачу этой информации в управляющий персональный компьютер.

Макет будет состоять из отдельно выполненных узлов: антенных модулей и приемного модуля, соединенных между собой высокочастотным кабелем.

Радиосигналы от НКА предполагается принимать тремя разнесенными в пространстве антенными модулями, усиливаются маломощным усилителем (МШУ) и через фазовый модулятор по высокочастотному кабелю поступают на вход приемного модуля.

Антенные модули представляют собой антенные платы, состоящие из четырех вибраторов специальной формы, расположенных над экраном, и плату усилителя МШУ, объединенных в единой конструкции. Их предполагается располагать на открытом месте, обеспечивающем углы закрытия горизонта не более 10° со всех направлений азимута.

В приемном модуле сигналы поступают на навигационный приемник, в котором они фильтруются, усиливаются и преобразуются в сигналы промежуточной частоты. Функционально приемник состоит из трех частей: радиотракта (РТ), блока цифровой обработки сигналов (БЦОС) и вычислителя.

В РТ предполагается формировать необходимые гетеродинные частоты от опорной частоты, формируемой в опорном генераторе (ОГ). Сигналы промежуточной частоты будут поступать в БЦОС и далее в вычислитель, в котором будут обрабатываться по специальной программе. Также предполагается, что вычислитель будет осуществлять навигационные вычисления и управление работой аппаратуры.

Наиболее подходящим приемным модулем под проектируемый ПАК является МРК-101 ПРМ-02. В его состав входит навигационный приемник интерфейсная плата, плата питания и плата фильтра питания, которые обеспечивают бесперебойную и корректную работу оборудования.

Для имитатора навигационных сигналов, в разрабатываемом ПАК, планируется использовать модульные приборы фирмы National Instruments:

1) Векторный генератор ВЧ сигналов (NI PXIe-5673E), предназначенный для создания радиотехнических сигналов с нормированными метрологическими характеристиками.

2) Шасси (NI PXIe-1085) объединяет высокоскоростную 18-слотовую соединительную панель PXI Express с мощным источником питания и модульную конструкцию. В него помещаются остальные устройства имитатора.

3) Контроллер (NI PXIe-8880) – это высокопроизводительный встраиваемый контроллер на базе 8-ми ядерного серверного процессора Intel XeonE5-2618L v3 предназначен для использования в системах PXI Express и CompactPCI Express.

В качестве усилителя в ПАК моделирования необходимо использовать усилитель мощности, функционирующий в диапазоне частот ГЛОНАСС, GPS, GALILEO с коэффициентом усиления не менее. +37дБм.

Вывод

Таким образом программно-аппаратный комплекс, структура которого представлена в данной работе, будет способен обеспечить условия для отладки и тестирования методов взаимной высокоточной навигации, используемых для задачи навигационно-баллистического и частотно-временного обеспечения многоспутниковой группировки ДЗЗ. Комплекс позволит моделировать и давать оценку потенциальным точностным характеристикам навигационной аппаратуры, применяемой для навигационного обеспечения МКА на низких орбитах. Использование модульных приборов формата PXI обеспечит гибкость конфигурирования и высокие метрологические показатели имитатора навигационных сигналов.

Исследование выполнено при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технического комплекса России на 2014-2020» (Соглашение № 05.608.21.0274, unique ID project RFMEFI60819X0274).

Литература

1. Перов А.И., Харисов В.Н. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования. 2010. №4. С. 65-116.

2. Красильщиков М.Н., Гречкосеев А.К. и др. Современные и перспективные информационные ГНСС-технологии в задачах высокоточной навигации. 2014. С. 91-108.

3. Гладышев А.Б., Дмитриев Д.Д., Кремез Н.С., Гарин Е.Е. Имитатор сигналов для угломерных ГНСС-приемников на основе современных модульных радиоизмерительных приборов // Решетневские чтения. 2016. Т. 1. С. 260-262.

4. Дмитриев Д.Д., Ратушняк В.Н., Гладышев А.Б., Кремез Н.С. Программно-аппаратный комплекс моделирования процессов позиционирования и измерения пространственной ориентации космических аппаратов на геостационарной орбите // Успехи современной радиоэлектроники. 2016. № 11. С. 141-144.

5. Sokolovskiy A.V., Gladyshev A.B., Dmitriev D.D., Ratushniak V.N. Hardware diagram computing devices navigation equipment consumers SRNS // 11th International IEEE Scientific and Technical Conference “Dynamics of Systems, Mechanisms and Machines”, Dynamics 2017 Proceedings. 2017. С. 1-4. DOI: 10.1109/Dynamics.2017.8239510

2. Кремез Н.С. Разработка методов определения движения космического аппарата в бортовой радионавигационной системе с использованием сигналов межспутниковой радиолнии ГЛОНАСС // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. 2017.

3. Гладышев А.Б., Ратушняк В.Н., Вейсов Е.А. Программно-аппаратный комплекс для исследования точностных характеристик ГНСС-приемников // В сборнике: Моделирование неравновесных систем – 2016 Материалы XVIV Всероссийского семинара. 2016. С. 34-38.

UDC 004.94

**COMPUTER MODELING OF THE SUPERPLASTIC FORMING
OF A THIN-SHEETED TITANIUM ALLOYS INTO
A RECTANGULAR DIE**

**КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СВЕРХПЛАСТИЧНОЙ
ФОРМОВКИ ТИТАНОВЫХ ТОНКОЛИСТОВЫХ СПЛАВОВ
В ПРЯМОГОЛЬНУЮ МАТРИЦУ**

A.R. Zharmukhametova,
Ufa State Petroleum Technological University,
Kosmonavtov Str., 1, Ufa, Republic of Bashkortostan, 450062, Russia

Жармухаметова А.Р.,
Уфимский государственный нефтяной технический университет,
ул. Космонавтов, 1, г. Уфа, Республика Башкортостан, 450062, Россия

e-mail: zharalina1997@gmail.com

Abstract. Since the simulation of superplastic forming of membranes by the finite element modeling is impossible without values of material constants, this study is devoted to determining the rheological properties of titanium alloys before computer simulation using FEM software, for example, ANSYS. An automated system was developed for determining the superplastic properties of Ti-6Al-4V thin-sheeted titanium alloys according to the standard process law of superplasticity $\sigma = K\xi^m$, where σ is the flow stress, ξ is the strain rate, K is the material constant, m is the strain rate sensitivity index. Technological experiments being used to determine the values of material constants. Using the obtained material constants K and m,

the process of deformation of a rectangular membrane was simulated in the training version ANSYS10ED, in which the boundary-value problem of creep theory was solved. The calculation results obtained during modeling in ANSYS10ED are comparable with experimental data so that the divergence of calculated values from experimental ones does not exceed 15%.

Аннотация. Поскольку моделирование сверхпластичной формовки мембран методом конечных элементов невозможно без значений материальных констант, данное исследование посвящено определению реологических свойств титановых сплавов перед компьютерным моделированием с использованием программного обеспечения FEM, например, ANSYS. Разработана автоматизированная система определения сверхпластичных свойств тонколистовых титановых сплавов по стандартному закону $\sigma = K\xi^m$, где σ – напряжение течения, ξ – скорость деформации, K – постоянная материала, m – параметр скоростной чувствительности материала. Для определения значений материальных констант титанового сплава Ti-6Al-4V взяты данные технологических экспериментов. С использованием полученных материальных констант K и m смоделирован процесс деформирования прямоугольной мембраны в учебной версии ANSYS10ED, в которой была решена краевая задача теории ползучести. Результаты расчетов, полученные при моделировании в ANSYS10ED сопоставимы с экспериментальными данными так, что ошибка отклонения не превышает 15%.

Keywords: superplasticity, titanium alloys, finite element modeling, C++, computerized system.

Ключевые слова: сверхпластичность, титановый сплав, конечно-элементное моделирование, C++, автоматизированная система.

Superplasticity is the ability of microcrystalline materials to evince high elongation at increased temperatures and relatively low stress and strain rates [1]. Two types of superplastic behavior has been identified. The first one is the well-known and most examined – fine-structure superplasticity. The second one – Internal stress superplasticity. That type identifier the formation of Internal stresses in specific materials [2]. Fine - structure superplastic materials usually show an increased strain rate sensitivity index (m) under tension. Ordinarily, m is bigger than 0.33. In this way, $n = \frac{1}{m}$, is more often smaller than 3. In specific, the most high elongations have been reported to happen when $m \approx 0.5$ ($n \approx 2$).

Backofen, Avery and Turner at MIT (Massachusetts Institute of Technology) one of the first scientists fundamentally studied superplasticity in 1964. Their innovating work gave rise to the superplastic forming industry, which has been highly successful in fabrication of complex shaped parts mainly for the automobile industries and aerospace. The generally known Ti-6Al-4V (titanium alloy) was chosen as workpiece of material. Titanium alloys have some of the best biocompatible properties of all metallic alloys and high strength-to-weight ratio of the alloy. For this reason, many dental and medical implants and devices are manufactured from both the commercially pure and the Ti-6Al-4V alloy forms. The superplastic forming and diffusion bonding process for titanium alloy also has widely been used in industries such as airspace, automotive and electronic.

The present study deals with the determination of the superplastic properties before computer modeling using FEM software, e.g. ANSYS. Therefore, the finite element modeling is not possible without known in advance the values of K , m , where K is the material constant.

A computerized system's development

The computerized system is a computer implementation in the Qt Creator programming environment of the method for identifying the Backofen model (a rectangular die with an entry radius). The computer system allows to determine the material constants K (material constant at the standard process law ($\sigma = K\xi^m$) and m (strain rate sensitivity index) of a thin sheet superplastic material by the known values of gas pressure and the duration of constant pressure forming. The calculation of constants K, m was carried out using the minimum set of input data. The interface of the developed computerized system and the main function's flowchart is shown on Figure 1 and Figure 2, respectively. To calculate the material constants user need to input the initial die's thickness, half-width, entry radius and corresponding values of time and pressure.

Минимальный набор

Введите исходные значения:

s0(исходная толщина): mm

W(полуширина матрицы): mm

r0(входной радиус): mm

p1(давление инертного газа): МРА

t1(продолжительность формовки при p1): s

p2(давление инертного газа): МРА

t2(продолжительность формовки при p2): s

Ответ:

m = 0.522831 K = 964.034

Figure 1. Interface of the developed software

Finite element modeling

Consider the superplastic forming of a sheet material of VT6 titanium alloy with a thickness of $s_0 = 1$ mm, a width of $2W = 30$ mm and a radius of entry = 2 mm into a rectangular die at a constant gas pressure under temperature $T = 900$ ° C. Using the material constants for $r_0 = 0$ mm and $r_0 = 2$ mm, calculated by developed software, the process of deformation of a rectangular membrane was simulated in the training version of ANSYS10ED, in which the boundary-value problem of creep theory was solved.

The values of material constants calculated for the minimal set of the input data at 0.8 and 1.2 МРА are $m = 0.522831$ and $K = 964.034$ МРА s^m. Therefore, it was assumed in calculations: $C_2 = n = \frac{1}{m} = 1.9127$, $C_1 = \frac{1}{K^n} = 6.5532 \times 10^{-18}$ s⁻¹ Pa⁻ⁿ, the values of elastic constants have been chosen as $E = 1.0 \times 10^{10}$ Pa, $\nu = 0.35$. The finite element modeling starts with plotting a keypoints (Table 1), lines as it shown on Figure 3, arc and areas.

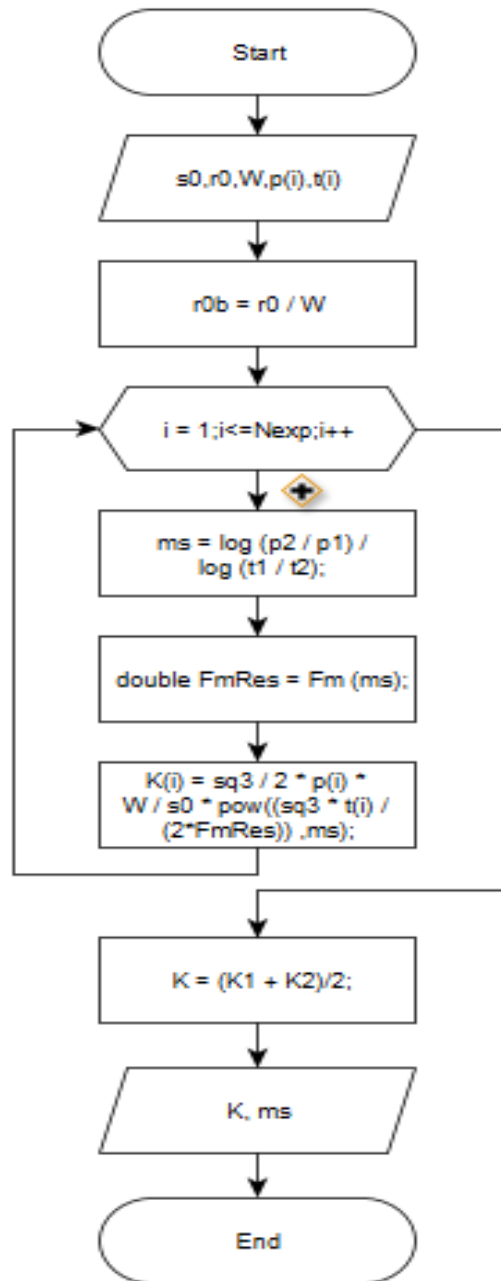


Figure 2. The main function's flowchart

Table 1. Plotting a keypoints with radius of entry $r_0 = 2$ mm

№	X	Y	Z
1	0	0	0
2	0.017	0	0
3	0.020	0	0
4	0.020	0.001	0
5	0.017	0.001	0
6	0	0.001	0
7	0.017	-0.002	0
8	0.015	-0.002	0
9	0.015	-0.007	0
10	0.017	0	0
11	0.020	0	0

The next step in the finite element modeling is meshing, so on the 1 and 2 areas the PLANE182 (plain strain) element type was chosen. On the lines 8, 9, 10 and 1 the contact pairs are created (Figure 3).

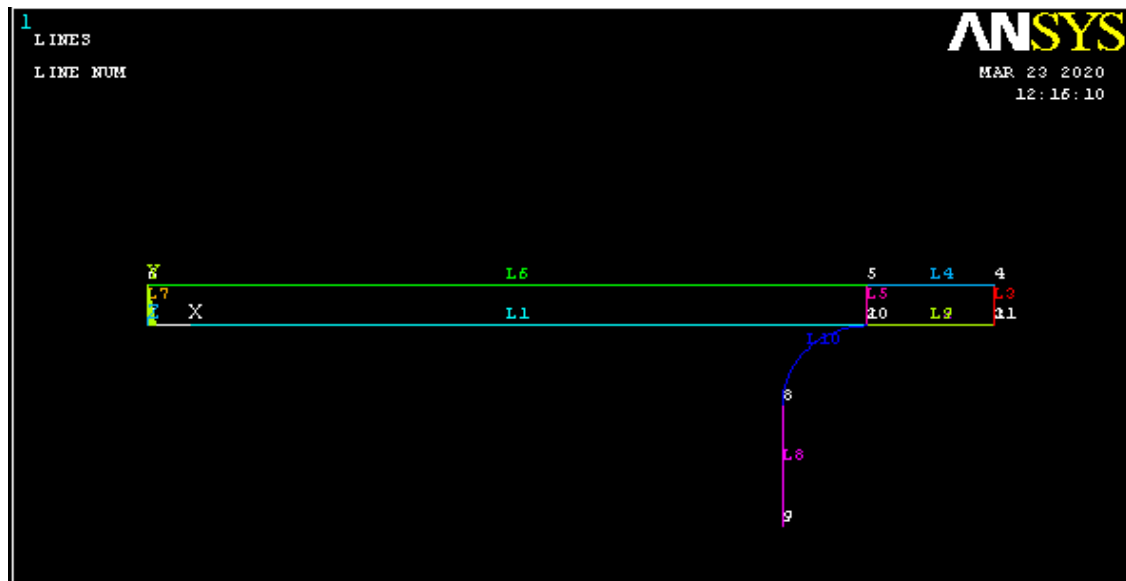


Figure 3. Lines of the finite element model

The following finite element mesh is used in this work:

- 1) $N_1=180$ – number of elements on lines 1 and 6;
- 2) $N_2=16$ – number of elements on lines 2 and 4;
- 3) $N_3=4$ – number of elements on lines 1, 3, 5;
- 4) $\Delta_1 = 17/180 \cong 0,094$ mm – length of a single element on lines 1 and 6;
- 5) $\Delta_2 = 3/16 \cong 0,1875$ mm – length of a single element on lines 2 and 4;
- 6) $\Delta_3 = 1/4 = 0,25$ mm – length of a single element on lines 1, 3, 5;
- 7) $k_1 = \Delta_3 / \Delta_1 = 0,25 / 0,094 = 2,65$ – coefficient of the shape of deformable zone elements;
- 8) $k_2 = \Delta_3 / \Delta_2 = 0,25 / 0,1875 = 1,33$ – coefficient of the shape of fixed zone elements.

Finite element mesh is shown in Figure 4-5.

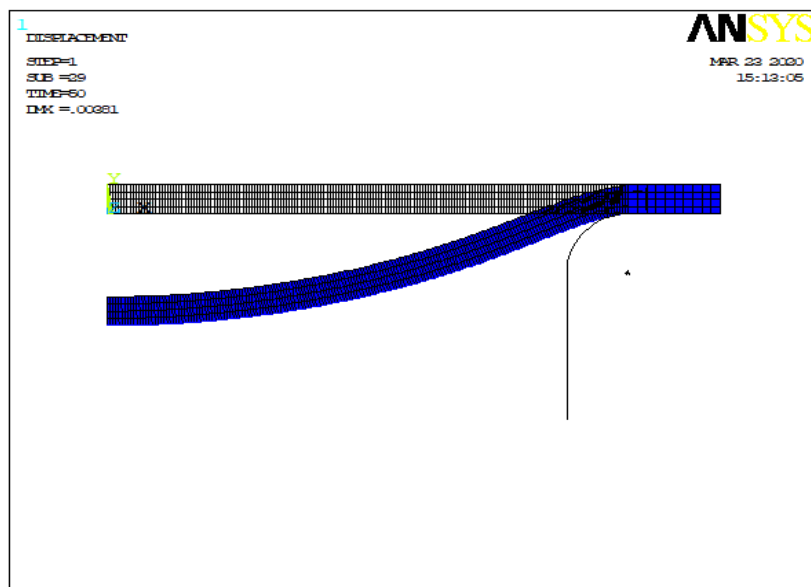


Figure 4. Finite element mesh at the first step

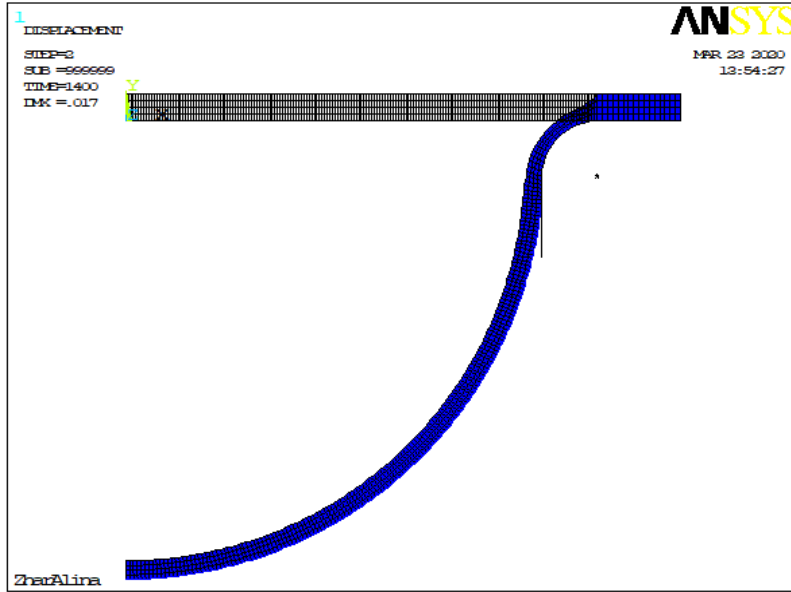


Figure 5. Finite element mesh at the second step

To prove the influence of the entry radius on the accuracy of the calculations, a calculation was also performed in ANSYS with a zero value of the entry radius. The following values of material constants for $r_0 = 0$ mm have been calculated in the software developed by the minimal set of the input data at 0.8 and 1.2 MPa: $m=0.522831$ and $K = 948.6 \text{ MPa s}^m$. Therefore, it was assumed in calculations:

$$C_2=n = \frac{1}{m} = 1.9127, C_1=\frac{1}{K^n} = 6.7586 \times 10^{-18} \text{ s}^{-1} \text{ Pa}^{-n}$$

Findings

The results of finite element modeling of superplastic forming into a rectangular die with an entry radius $r_0 = 0$ mm and $r_0 = 2$ mm are compared with the corresponding experimental data for the Ti-6Al-4V alloy. The results obtained are presented in table 2 and table 3, respectively.

The accuracy of modeling does not exceed 43% as it shown on table 2 for $r_0=0$ mm, however for $r_0 = 2$ mm the accuracy of modeling does not exceed 15% as it shown on table 3. Thus, taking into account the entry radius, which improves the calculation results is established.

Table 2. Duration of the constant pressure forming of titanium sheet alloy Ti-6Al-4V into the rectangular die with entry radius equals 0 mm

Pressure (MPa)	Forming time (s)		Accuracy of modeling (%)
	Exp. [3]	FEM	
0.8	1290	737	42.9
1.2	594	359	39.6

Table 3. Duration of the constant pressure forming of titanium sheet alloy Ti-6Al-4V into the rectangular die with entry radius equals 2 mm

Pressure (MPa)	Forming time (s)		Accuracy of modeling (%)
	Exp. [3]	FEM	
0.8	1290	1106	14.3
1.2	594	527	11.3

The influence of the entry radius, which improves the accuracy of calculations in the ANSYS software of titanium alloys at a pressure of 0.8 MPa from 42.9% to 14.3% and at a pressure of 1.2 MPa from 39.6% to 11.3% (table 2 and table 3) was proved.

References

1. Methods to determine the optimal conditions for superplastic flow (in russian) / V.R. Ganieva, A.I. Kutlueva, F.U. Enikeev // Problems of mechanical engineering and automation. – 2012. – №1. – p. 132.
2. A method for setting variables in Super Plastic Forming process / N. Cappetti, L. Garofalo, A. Naddeo, M. Nastasia, A. Pellegrino // Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering. – 2010. – vol. 38. – p. 188.
3. Determination of the parameters of superplastic forming for long rectangular thin sheet titanium alloy Ti-6Al-4V / R.V. Safiullin, R.A. Vasin and F.U. Enikeev // Acta Metallurgica Sinica. – 2000. – vol. 13. – p. 568.

УДК 004.42

ВНЕДРЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ В ПРОЦЕСС ФОРМИРОВАНИЯ ОТЧЕТОВ НА ЗАКУПКУ МАТЕРИАЛОВ И ЗАПЧАСТЕЙ ДЛЯ ПЛАНОВОГО РЕМОНТА ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

IMPLEMENTATION OF AN AUTOMATED CONTROL SYSTEM IN THE PROCESS OF GENERATING REPORTS ON THE PURCHASE OF MATERIALS AND SPARE PARTS FOR PLANNED VEHICLE REPAIRS

Сагирова Э.И.,

Уфимский государственный нефтяной технический университет,
ул. Космонавтов, 1, г. Уфа, Республика Башкортостан, 450062, Россия

E.I. Sagirova,

Ufa State Petroleum Technological University,
Kosmonavtov Str., 1, Ufa, Republic of Bashkortostan, 450062, Russia

e-mail: elvira.zulkarneeva@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена проблеме взаимодействия подразделений депо, особенностям автоматизации бизнес-процессов. Рассмотрен процесс внедрения автоматизированной информационной системы (АИС) в производственный процесс сотрудников депо. Были построены мнемосхемы процесса поступления и списания материалов и запчастей до и после внедрения ИС. Бизнес-процесс рассматривает процесс установки и настройки программного обеспечения (ПО) компьютерной техники. Главная цель процесса – организация комфортной работы персонала депо в процессе установки и настройки ПО компьютерной техники. Плановый ремонт необходим для транспортного средства, так как если во время перевозки откажет одно из оборудования транспортного средства, это может привести к аварии, а, следовательно, и к серьезным травмам и повреждениям пассажиров, поскольку автомобильная техника априори представляет собой источник повышенной опасности, а неисправное состояние автотранспорта эту опасность увеличивает многократно. Поэтому важно своевременно выполнять плановый ремонт транспортного средства, потому что он минимизирует

потенциальный ущерб предприятия и пассажиров в случае аварийной ситуации, за счет его своевременного выполнения и за счёт автоматизации учета постановки на плановый ремонт при помощи специализированной программы.

Abstract. The article is devoted to the problem of interaction of depot divisions, peculiarities of business process automation. The process of implementing an automated information system (AIS) in the production process of depot employees is considered. Mnemonic diagrams of the process of receiving and writing off materials and spare parts before and after the implementation of the IP were constructed. The business process considers the process of installing and configuring computer hardware software (software). The main goal of the process is to organize a comfortable work of the depot staff during the installation and configuration of computer hardware SOFTWARE. Scheduled repairs are necessary for the vehicle, since if one of the vehicle's equipment fails during transportation, this can lead to an accident, and, consequently, to serious injuries and damage to passengers, since automobile equipment is a priori a source of increased danger, and the faulty state of vehicles increases this danger many times. Therefore, it is important to perform scheduled repairs of the vehicle in a timely manner, because it minimizes potential damage to the enterprise and passengers in the event of an emergency, due to its timely implementation and by automating the accounting of scheduled repairs with the help of a specialized program.

Ключевые слова: депо, ремонт, транспортное средство, отчет, информационная система, трамвай, троллейбус.

Keywords: depot, repair, vehicle, report, information system, tram, trolleybus.

Трамваи и троллейбусы перевозят в год более миллионов человек. Большое значение имеет проблема безопасности при перевозке пассажиров, так как это может привести к серьезным травмам людей. Если во время перевозки откажет одно из оборудований транспортного средства, это может привести к аварии, а, следовательно, и к серьезным травмам и повреждениям пассажиров. Если рассматривать все транспортные средства в целом, стоит выделить именно важность своевременного проведения их ремонта, поскольку автомобильная техника априори представляет собой источник повышенной опасности, а неисправное состояние автотранспорта эту опасность увеличивает многократно. Поэтому важно своевременно выполнять плановый ремонт транспортного средства, чтобы избежать различные опасные ситуации на дороге.

Ремонт – это комплекс операций по устранению неисправности или восстановлению работоспособности изделий (или их составных частей), а также их ресурсов.

Ремонт классифицируется по наличию регламента (выполняемый по потребности), планируемости (плановый, не плановый), и характеру и объему выполняемых работ (текущий, капитальный), для некоторых машин и агрегатов, в зависимости от условий эксплуатации, предусматривается средний ремонт.

На рисунке 1 изображен процесс поступления и списания материалов и запчастей до внедрения информационной системы для планового ремонта транспортного предприятия.

Руководитель депо заключает договор поставки товара, то есть материалов и запчастей в депо, с помощью них производится ремонт троллейбусов и трамваев. Отдел снабжения получает материалы и запчасти от поставщика, Заведующий центральным складом оформляет приходный ордер. Заполняет справочники: серийные номера материалов и запчастей, срок гарантии, пробег и так далее. Для бухгалтера

материального стола составляет отчёт о поступлении материалов и запчастей на центральный склад и их передаче в промкладовые во всё депо. Отдел снабжения передает документы бухгалтеру материального стола.

Материально-ответственное лицо по депо выписывает требования за подписью руководителя депо на получение материалов и запчастей с центрального склада. Ответственный промкладовой депо ежемесячно составляет отчёт по расходным требованиям с учётом оформления прихода и сдает его бухгалтеру материального стола.

Начальник цеха или мастер депо выписывает требования за подписью руководителя депо и получает материалы и запчасти с промкладовой депо. Установка материалов и запчастей на транспортное средство – это заполнение реквизитов: номер борта, вид ремонта и так далее. Начальник цеха или мастер депо, после установки материалов и запчастей на транспортное средство, в конце месяца составляет отчёт о списании материалов и запчастей, и сдает его бухгалтеру материального стола.

На основании документов, представленных отделом снабжения, бухгалтер отражает поступление материалов в бухгалтерском учёте. На основании отчёта центрального склада бухгалтер списывает материалы и запчасти по депо. На основании отчётов и актов мастеров и ответственного промкладовой бухгалтер материального стола списывает запчасти на производство (рисунок 1).

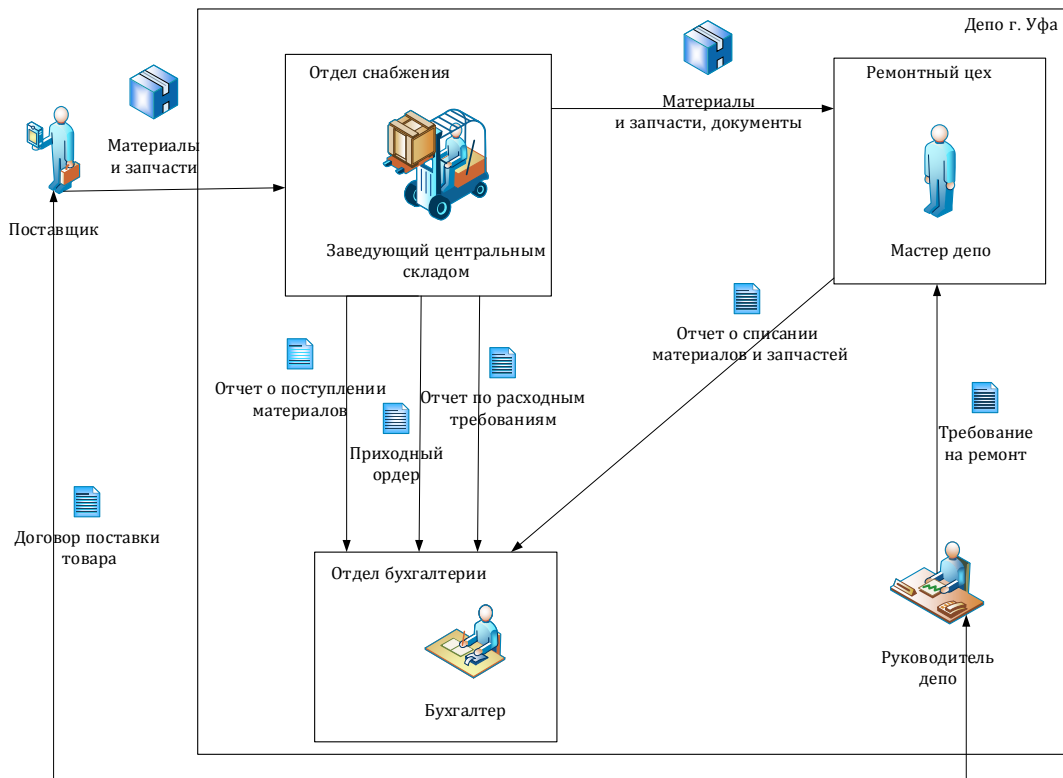


Рисунок 1. Процесс поступления и списания материалов и запчастей до внедрения ИС

Анализ данного бизнес-процесса, позволил выявить следующие недостатки:

- заполнение заявок в письменном виде;
- передача отчетов каждому заинтересованному лицу;
- ошибки при заполнении отчетов;
- долгая обработка документов и, как следствие, несвоевременное выполнение ремонта.

Исходя из этого было предложено внедрить в данный процесс ИС.

Необходимо выделить пять этапов процесса внедрения АИС:

1. Предпроектное и информационное обследование объекта внедрения АИС;
2. Анализ объекта внедрения АИС;
3. Физическая реализация: разработка, настройка, доработка и тестирование ИС;
4. Опытно-промышленная эксплуатация АИС: установка и настройка ПО, обучение персонала, устранение ошибок в работе системы, доработка АИС;
5. Эксплуатация АИС [2].

После внедрения информационной системы автоматизируется процесс поступления и списания материалов и запчастей в депо.

Заведующий центральным складом заполняет все отчеты и приходный ордер в ИС.

Мастер депо также составляет отчет о списании материалов и запчастей в ИС.

Бухгалтер получает все отчеты через ИС.

ИС сокращает время обработки, так как не нужно вручную писать отчеты, а затем нести их бухгалтеру. Также открываются новые возможности: можно легче найти необходимые отчеты через специальный поиск, уменьшается риск уничтожения данных, увеличивается безопасность, появляется возможность редактирования, а самое главное сокращается время подготовки документов перед плановым ремонтом (рисунок 2).

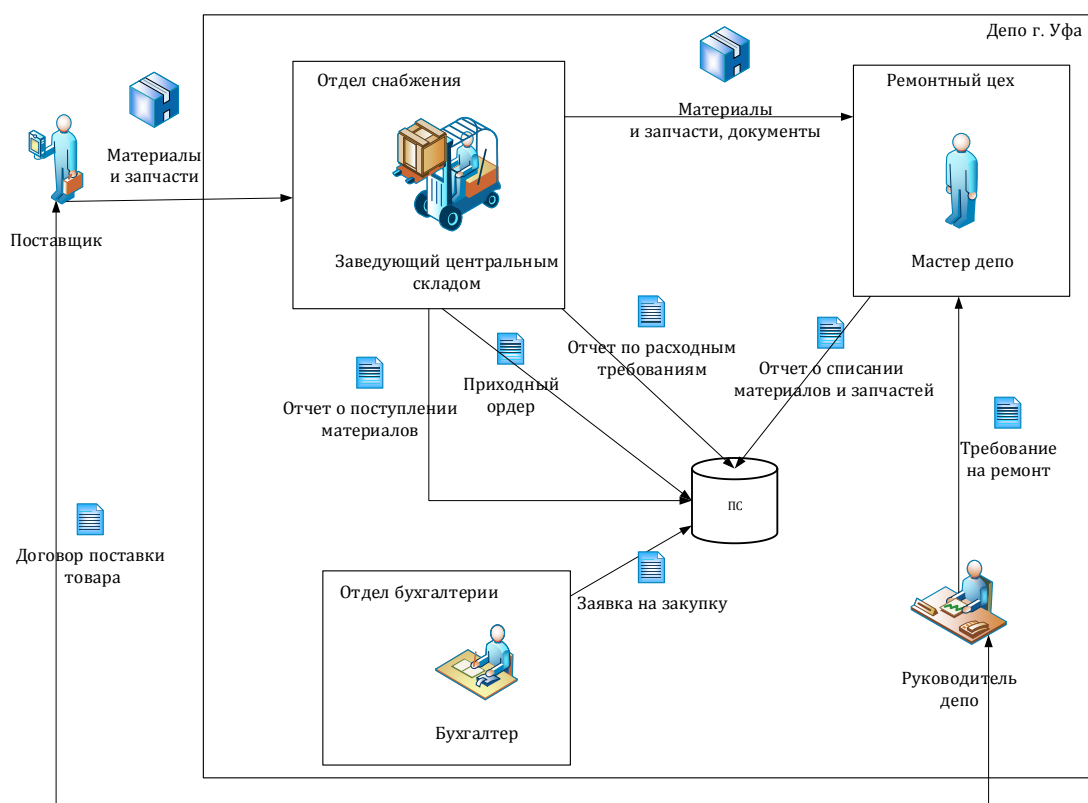


Рисунок 2. Процесс поступления и списания материалов и запчастей после внедрения ИС

Выводы

Таким образом, автоматизация сократит время документооборота для поступления и списания материалов. ИС обеспечит надежное хранение документов, исключив риски, связанные с неправильностью заполнения заявки, потерей или ее уничтожением. Так же это приведет к сокращению времени ремонта и обслуживания.

Литература

1. Торош О.И., Плучевская Э.В. Моделирование и автоматизация бизнес-процессов как основа эффективного развития предприятия. // Управление человеческими ресурсами – основа развития инновационной экономики. 2011. №3. С. 630-635.
2. Анянов Я.А. Внедрение автоматизированной системы управления в процесс формирования заявки на закупку и ремонт компьютерной техники // Научное сообщество студентов: Междисциплинарные исследования: сб. ст. по мат. LXX междунар. студ. науч.-практ. конф. №11(70).
3. Куликов Г.Г. Курс лекций «Автоматизированные информационные системы в производстве», 2010.
4. Вичугова А.А. Методы и средства концептуального проектирования информационных систем: сравнительный анализ структурного и объектно-ориентированного подходов; Синергия – М., 2014. – 944 с.
5. Кравченко А.В. Методика оценки эффективности информационных систем; Синергия – М., 2015. – 178 с.
6. Алиев Х.Р. Модели оценки стоимости информационных систем в методологиях разработки программного обеспечения; Синергия – М., 2013. – 994 с.
7. Батищев В. И. Методы адаптивного формирования информационных систем анализа состояния сложных технических объектов; Синергия – М., 2014. – 720 с.
8. Тепляков А.А., Орлов А.В. Основы безопасности и надежности информационных систем; Академия управления при Президенте Республики Беларусь – М., 2016. – 310 с.

УДК 004.9:620.17

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СВЕРХПЛАСТИЧЕСКОЙ ФОРМОВКИ ПОЛУСФЕРЫ ИЗ ТИТАНОВОГО СПЛАВА Ti-6Al-4V**COMPUTER MODELING OF SUPERPLASTIC FORMING MEMBRANE OF TITANIUM ALLOY Ti-6Al-4V**

Олимпиева Н.В., Тулупова О.П., Сaitова Э.Р., Ганиева В.Р.,
Круглов А.А., Еникеев Ф.У.,
Уфимский государственный нефтяной технический университет,
ул. Космонавтов, 1, г. Уфа, Республика Башкортостан, 450062, Россия

N.V. Olimpieva, O.P. Tulupova, E.R. Saitova, V.R. Ganieva,
A.A. Kruglov, F.U. Enikeev,
Ufa State Petroleum Technological University,
Kosmonavtov Str., 1, Ufa, Republic of Bashkortostan, 450062, Russia

e-mail: natallymp@mail.ru

Аннотация. В работе рассматривается математическая модель процесса сверхпластической формовки полусферы основанная на постановке краевой задачи теории ползучести с использованием трехконстантной модели сверхпластичности. Для решения краевой задачи применялись два независимых метода: 1) приближенное аналитическое решение краевой задачи в рамках основных предположений

безмоментной теории оболочек; 2) численное решение краевой задачи без принятия упрощающих гипотез находится методом конечных элементов с использованием ANSYS 10ED. Упрощенная аналитическая модель используется для разработки методики определения реологических параметров входящих в выбранную модель материала, по результатам двух технологических экспериментов, полученных при сверхпластической формовке круглой мембраны из титанового сплава Ti-6Al-4V под воздействием давления газа. Методика определения реологических параметров состоит из трех этапов, на каждом из которых определяется значение одного из реологических параметров. Для проведения расчетов по полученным аналитическим формулам использовались методы вычислительной математики. Для автоматизации процесса расчетов применялся программный комплекс, разработанный в специализированной программной среде Visual Studio на языке программирования высокого уровня C++. В результате проведенного исследования было установлено, что предлагаемая математическая модель сверхпластической формовки полусферы в цилиндрическую матрицу, учитывающая входной радиус матрицы, и основанная на ней методика определения реологических параметров, входящих в трехконстантную модель сверхпластичности, необходимых для построения компьютерной модели технологического процесса с погрешностью не превышающей 3 % по времени формовки полусферы, что позволяет заменить технологические эксперименты на вычислительные и проводить анализ, исследование технологического процесса.

Abstract. Proposed a mathematical model of the process of superplastic forming of a hemisphere based on the formulation of a boundary value problem of the theory of creep using a triconstant model of superplasticity. To solve the boundary problem, two independent methods were used: 1) an approximate analytical solution of the boundary problem within the framework of the basic assumptions of the momentless theory of shells; 2) the numerical solution of a boundary value problem without adopting simplifying hypotheses is found by the finite element method using ANSYS 10ED. A simplified analytical model is used to develop a method for determining the rheological parameters of the selected material model, according to the results of two technological experiments obtained by superplastic forming of a circular membrane made of Ti-6Al-4V titanium alloy under the influence of gas pressure. The methodology for determining the rheological parameters consists of three stages each of them refines one value of the rheological parameters included in the triconstant model of superplasticity. To calculate the obtained analytical formulas, the methods of computational mathematics were used. To automate the calculation process, a software package developed in the specialized Visual Studio software environment in a high-level programming language C++ was used. As a result of the conducted research, it was found that the proposed mathematical model of the superplastic forming of a hemisphere into a cylindrical matrix takes into account the input radius of the matrix and the method based on it for determining the rheological parameters included in the triconstant power model of superplasticity necessary to build a computer model of the technological process with an error not exceeding 3% the forming time of the hemisphere, which makes it possible to replace technological experiments with computational and conduct analysis, research process.

Ключевые слова: сверхпластичность, сверхпластическая формовка, круглая мембрана, моделирование, реологические параметры, титановые сплавы.

Keywords: superplasticity, superplastic forming, circular membrane, modeling, rheological properties, titanium alloy.

Детали полусферической формы широко применяются в различных отраслях промышленности. Возросший в последние годы интерес к изучению закономерностей и моделированию процессов получения полусфер связан с их использованием при изготовлении деталей-шаробаллонов. Изготовление отечественных шаробаллонов входит в программу импортозамещения, поскольку топливные баки сферической формы применяются в современных ракетах-носителях «Ангара», «Протон» и разгонных блоках «Бриз». Сферическая поверхность может быть образована в результате СПФ полусфер с последующей сваркой их по периметру, подобный способ рассматривался Huang J.C. и Chuang T.H. [1].

В тех случаях, когда необходимо получить полусферы из высокопрочных, но труднодеформируемых сплавов, например, на основе железа, титана, магния и др., одним из эффективных способов их получения является метод сверхпластической формовки (СПФ), позволяющий изготавливать детали сложной формы за одну или две технологические операции.

Применение методов компьютерного моделирования позволяет существенно сократить затраты за счет замены технологических экспериментов вычислительными. Реализация вычислительного эксперимента на базе разработанной компьютерной модели позволяет визуализировать процесс, но для расчетов технологических параметров моделируемого процесса необходимо разработать математическую модель, основанную на постановке и решении краевой задачи механики деформируемого твердого тела. Решением данной задачи занимались авторы в работах [2-4].

Наиболее широко используемым методом решения подобной задачи является метод конечных элементов (МКЭ). В настоящее время в распоряжении исследователей имеются специализированные программные пакеты конечно-элементного моделирования, такие как ABAQUS, ANSYS, MARC и др., в результате чего акцент в развитии математических моделей технологических процессов СПФ смещается от постановки краевой задачи и выбора метода их решения к обоснованию выбора модели материала и определению входящих в нее постоянных материала по результатам технологических экспериментов. В статье моделирование производится в пакете ANSYS 10ED.

Наиболее существенным признаком состояния СП является повышенная скоростная чувствительность, которая характеризуется величиной постоянной материала m , входящей в трехконстантную модель материала СП:

$$\sigma = K \zeta^m \epsilon^n \quad (1)$$

где σ – напряжение течения,

ζ – скорость деформации,

K – константа материала, зависящая от температуры, среднего размера зерен и других структурных параметров,

ϵ – степень деформации.

Дополнительно в модели учитывается влияние деформационного упрочнения n .

Целью исследования является повышение точности моделирования полусфер, получаемых методом СПФ листовых материалов в цилиндрическую матрицу, под действием давления инертного газа. В статье приведены результаты компьютерного моделирования процесса СПФ круглой мембраны в полусферу с помощью метода конечных элементов. При моделировании используется значение входного радиуса цилиндрической матрицы.

Для расчетов значений параметров m , K и n используется программное обеспечение, основанное на методике, учитывающее влияние входного радиуса цилиндрической матрицы. Данные для вычислительного эксперимента основаны на результатах технологических формовок полусфер статьи [5].

Далее приводится описание основных этапов методики определения реологических параметров, входящих в трехконстантную модель материала СП, с учетом входного радиуса цилиндрической матрицы (r_0):

1) Для режима деформирования при постоянном давлении газа $p=const$ выражение для определения σ_e необходимо представить в следующем виде:

$$\left[p \frac{R_0 + r_0}{2Ks_0} \right]^{1/m} dt = 2 \left(\frac{1}{\alpha} - ctg \alpha \right) \cdot \left[\frac{(R_0 + r_0) \cdot \sin^3 \alpha}{1 - r_0 \sin \alpha} \cdot \frac{\sin^3 \alpha}{\alpha^2} \right]^{1/m} \cdot \left(\ln \frac{\alpha}{\sin \alpha} \right)^{n/m} d\alpha \quad (2)$$

где α – угол между осью симметрии и текущим радиусом купола.

2) Определение значения параметра скоростного упрочнения m :

$$\Phi_m = \left[\frac{t_1 \cdot \left(\frac{s_{02} p_1}{s_{01} p_2} \right)^{1/m} - \frac{I_{mn}(\alpha_1)}{I_{mn}(\alpha_2)}}{t_2} \right]^2 \rightarrow \min \quad (3)$$

где t_1, t_2 – продолжительность формовки полусфер до одинаковой высоты

$$H_f = (R_0 + r_0) \cdot tg \left(\frac{\alpha}{2} \right) \quad (4)$$

при постоянном давлении p_1, p_2 соответственно, R_0 – радиус матрицы.

3) Нахождение значения n :

$$\Psi(n) = \left| \frac{I_{mn}(\alpha_0)}{I_{mn}(\pi/2)} - \tau_0 \right| \rightarrow \min \quad (5)$$

$$\tau_0 = \frac{t_0}{t_1} = \frac{I_{mn}(\alpha_0)}{I_{mn}(\pi/2)} \quad (6)$$

где t_0, t_1 – продолжительность формовки полусфер при одном и том же давлении p_1 до высоты H_0 и H_1 соответственно.

4) Определение значения параметра K :

$$K_1 = \frac{p_1(R_0 + r_0)}{2s_0} \cdot \left[\frac{t_1}{2I_{mn}(\alpha_1)} \right]^m \quad (7)$$

$$K_2 = \frac{p_2(R_0 + r_0)}{2s_0} \cdot \left[\frac{t_2}{2I_{mn}(\alpha_2)} \right]^m \quad (8)$$

где s_0 – исходная толщина листа,
 t_0, t_1 – продолжительность формовки полусфер при одном и том же давлении p_1 до
 высоты H_0 и H_1 соответственно.

В результате компьютерного моделирования сверхпластической формовки полусферы при значении давления газа, равном 0,1 МПа, с использованием реологических параметров, определенных с помощью программного обеспечения, время формовки составило 1780 с до высоты полусферы – 30 мм. В результате сопоставления результатов, которые были получены в статье [5], и результатов вычислительного эксперимента с применением последующего компьютерного моделирования в пакете ANSYS представлены в таблице.

Таблица. Сопоставление результатов

№	Давление газа	Высота купола	Продолжительность формовки			
			t_{exp}, c	t_{calc}, c	t_{ANS}, c	$\epsilon, \%$
i	$p_i, \text{МПа}$	H, мм				
Методика определения без учета входного радиуса [5]						
1	0,1	30	1743	1743	1840,12	~5,3%
2	1,18	30	801,7	801,7	828,83	~3,3%
Методика определения с учетом входного радиуса						
1	0,1	30	1743	1743	1780,24	~2,1%
2	0,18	30	801,7	801,7	815,57	~1,7%

На рисунке 1 представлен результат формирования конечно-элементной модели в программном пакете ANSYS. Для построения конечно-элементной сетки было применено упорядоченное разбиение, согласно которому сетка строилась из четко прослеживаемых рядов четырехугольных элементов.

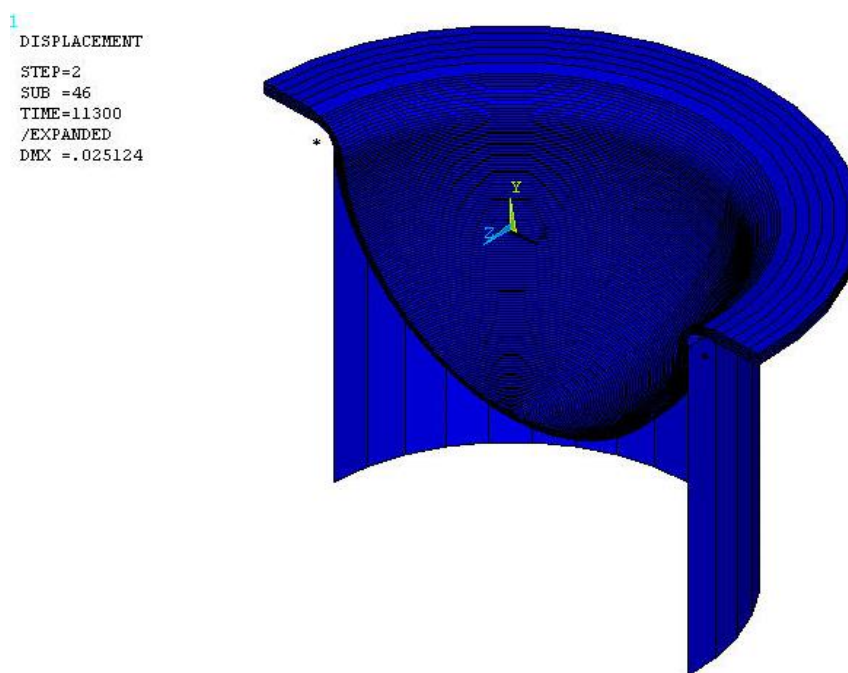


Рисунок 1. Конечно-элементная модель полусферы

Распределение интенсивности напряжений по Мизесу приведено на рисунке 2.

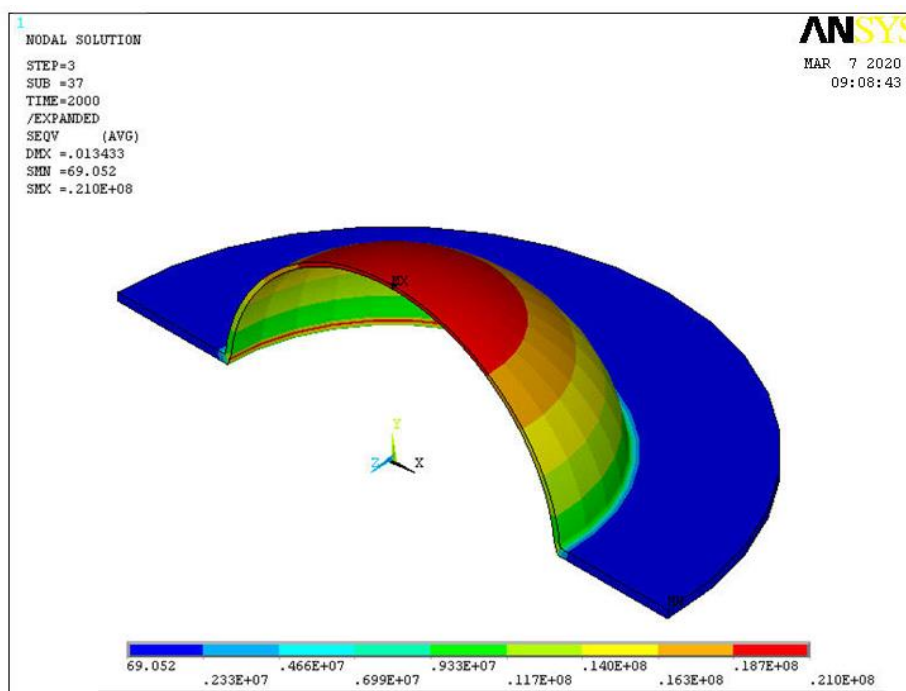


Рисунок 2. Распределение интенсивности напряжений по Мизесу

Как видно из рисунков, величина напряжения показывает наиболее опасный участок с точки зрения разрушения изделия.

Выводы

По результатам определения адекватности построенной компьютерной модели различие между результатами вычислений и данными, полученными в результате проведения технологического эксперимента, не превышает 3%. Следовательно, можно утверждать, что математическая модель сверхпластической формовки полусферы в цилиндрическую матрицу, учитывающая входной радиус матрицы, и основанная на ней методика определения реологических параметров, входящих в трехконстантную степенную модель сверхпластичности, необходимых для построения компьютерной модели технологического процесса с погрешностью, не превышающей 3% по времени формовки, что позволяет заменить технологические эксперименты на вычислительные и проводить анализ, исследование технологического процесса.

Литература

1. Huang J.C. Progress on superplasticity and superplastic forming in Tai-wan during 1987-1997 / J.C. Huang, T.H. Chuang // Review. Materials Chemistry and Physics. – 1999.– №57.– P. 195-206.
2. Еникеев Ф.У. Определение сверхпластических свойств алюминиевых сплавов по результатам тестовых формовок круглых мембран при постоянном давлении / Ф.У. Еникеев, О.П. Тулупова, В.Р. Ганиева, А.К. Шмаков, А.В. Колесников // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. – 2015.– №11.– С. 7-11.
3. Тулупова О.П. Компьютерное моделирование технологических процессов обработки давлением конструкционных сверхпластических материалов / О.П. Тулупова, В.Р. Ганиева, Ф.У. Еникеев, А.А. Круглов // Вестник машиностроения.– 2017.– №2.–

C.63-69 (перевод Tulupova O.P. Modeling of superplastic structural materials / V.R. Ganieva, O.P. Tulupova, F.U. Enikeev, A.A. Kruglov // Russian Engineering Research. – 2017.– Vol. 37.– No. 5.– P. 401-407)

4. Круглов А.А. Методы расчета продолжительности процесса сверхпластической формовки круглой мембраны / А.А. Круглов, В.Р. Ганиева, О.П. Тулупова, Ф.У. Еникеев // Известия ВУЗов. Цветная металлургия. – 2017. – №2. – С. 66-75 (перевод А.А. Kruglov, V.R. Ganieva, O.P. Tulupova, F.U. Enikeev Computational Methods of the Superplastic Forming Duration of a Round Membrane // Russian Journal of Non-Ferrous Metals. – 2017.– Vol. 58.– No.3.– P. 250-257. (DOI: 10.3103/S1067821217030099)

5. Загиров Т.М. Методика экспериментального определения реологических свойств микрокристаллических материалов по результатам технологических экспериментов / Т.М. Загиров, М.С. Каримов, А.А. Круглов, Ф.У. Еникеев // Проблемы машиностроения и автоматизации. – 2010.– № 2.– С. 65-74.

6. Тулупова О.П. Новая методика идентификации определяющих соотношений по результатам технологических экспериментов / О.П. Тулупова, В.Р. Ганиева, А.А. Круглов, Ф.У. Еникеев // Письма о материалах. – 2017.– Т.7.– № 1.– С. 68-71. (перевод Tulupova O. A new method of identification of constitutive equations according to the results of technological experiments / O. Tulupova, V. Ganieva, A. Kruglov, F. Enikeev // Letters on materials. – 2017.– Vol. 7.– No.1.– P. 68-71. (DOI: 10.22226/2410-3535-2017-1-68-71)

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ГИС-ТЕХНОЛОГИИ

УДК 004:681.5

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРООБОГРЕВОМ РЕАКТОРА В ПРОГРАММЕ ITHINK

MODELING THE PROCESS OF CONTROLLING THE ELECTRICAL HEATING OF THE REACTOR IN THE ITHINK PROGRAM

Муравьева Е.А., Столповская Ю.В.,
Уфимский государственный нефтяной технический университет,
филиал в г. Стерлитамак, пр. Октября, 2, г. Стерлитамак, Республика Башкортостан,
453118, Россия

E.A. Muravyova, Yu.V. Stolpovskaya,
Ufa State Petroleum Technological University,
Branch in the Sterlitamak, Oktyabrya Ave., 2, Sterlitamak, Republic of Bashkortostan,
453118, Russia

e-mail: muraveva_ea@mail.ru

Аннотация. Автоматизация производственных процессов – основное направление, по которому в настоящее время продвигается производство во всем мире. Все, что раньше выполнялось самим человеком, его функции, не только физические, но и интеллектуальные, постепенно переходят к технике, которая сама выполняет технологические циклы и осуществляет контроль за ними. Вот такое теперь генеральное русло современных технологий. Роль человека во многих отраслях уже сводится лишь к контролю за автоматическим контролером. В настоящее время в технологии автоматизации сложных объектов и процессов чаще всего используются многомерные системы с влияющими друг на друга регулируемые параметрами. В частности, в системе управления электрообогревом присутствует взаимное влияние контуров управления друг на друга. В работе представлена имитационная модель системы управления электрообогревом реактора, в которой можно, в зависимости от заданных входных параметров, симитировать процесс электрообогрева реактора, отобразив динамику работы в виде графиков по времени. Модель создана в программном пакете имитационного моделирования iThink с применением когнитивных карт. В нее включены 2 подмодели: «Верхняя 4 часть реактора» и «Нижняя 4 часть реактора». Проведено моделирование управления температурой нагревательного элемента и температурой продукта в реакторе с использованием заданных значений мощности нагревательного элемента и скорости нагрева.

Abstract. Automation of production processes is the main direction in which production is currently moving around the world. Everything that was previously performed by the person himself, his functions, not only physical but also intellectual, are gradually moving to technology, which itself performs technological cycles and exercises control over them. This is

now the mainstream of modern technology. The role of man in many industries is already reduced only to the controller of the automatic controller. Currently, in the technology of automation of complex objects and processes, multidimensional systems with adjustable parameters influencing each other are most often used. In particular, in the electric heating control system there is a mutual influence of the control loops on each other. The work presents a simulation model of a control system for electrical heating of the reactor, in which, depending on the specified input parameters, it is possible to simulate the process of electrical heating of the reactor, displaying the dynamics in the form of graphs over time. The model was created in the iThink simulation software package using cognitive maps. It includes 2 submodels: "Upper part of the reactor" and "Lower part of the reactor". The simulation of control of the temperature of the heating element and the temperature of the product in the reactor was carried out using the set values of the power of the heating element and the heating rate.

Ключевые слова: моделирование, реактор, электрообогрев, программа iThink, температура.

Keywords: simulation, reactor, electric heating, iThink program, temperature.

В качестве процесса для моделирования использован процесс производства препарата «Политрил».

Исходное сырьё, необходимое для производства препарата «Политрил»: морфолин, N-Et-ЦИК (полуфабрикат), едкий натр и уксусная кислота.

В процессе синтеза продукта в первый реактор загружается морфолин. Затем при включенной мешалке загружается сухой N-Et-ЦИК.

При помощи электрообогрева реактора температура доводится до 108-110°C и начинается процесс синтеза. Через 10-12 часов уменьшается температура полученной массы до 60-80°C, и она сливается во второй реактор. Чтобы выделить осадок, подаётся холодная вода и включается мешалка второго реактора. После этого, образовавшаяся суспензия сливается из реактора на нутч-фильтр, происходит фильтрация.

Полученный фильтрат направляется на регенерацию, а осадок выгружается для последующего растворения и очистки.

Далее вода, осадок и едкий натр перемешиваются в реакторе. Происходит растворение осадка при температуре 55-60°C в течение часа. Затем охлаждённая до температуры 20-30°C масса сливается на нутч-фильтр.

Образовавшийся фильтрат отправляется на выделение готового продукта. Затем фильтрат закачивается в реактор.

При включенной мешалке масса охлаждается до 15-20°C, происходит процесс осаждения политрила.

Далее порционно заливается уксусная кислота для подкисления среды. При достижении рН среды значения 6, процесс выделения политрила считается завершённым.

На рисунке 1 показано, что в реакторе использованы два нагревательных элемента, установленных в нижней и верхней частях реактора. Для каждого из них установлено по одному датчику температуры нагревательного элемента и продукта. Поэтому в модели реализованы нижняя и верхняя части реактора.

Рассмотрим структуру схемы на примере нагревательного элемента в нижней части реактора: за текущее значение температуры нагревательного элемента отвечает блок Stock «Температура нагревательного элемента внизу». К этому блоку слева и справа подсоединены объекты Flow «Нагрев» и «Охлаждение», которые будут считывать данные по повышению и понижению температуры нагревательного элемента

соответственно. Заданное значение температуры нагревательного элемента вводится в объекте Converter «Заданная температура нагревательного элемента» (рисунок 2).

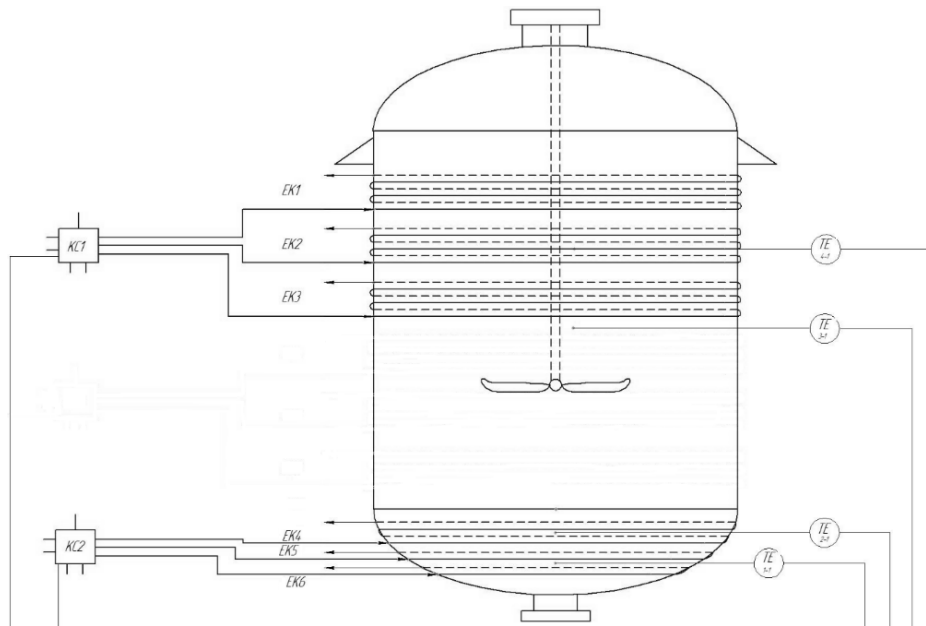


Рисунок 1. Схема реактора

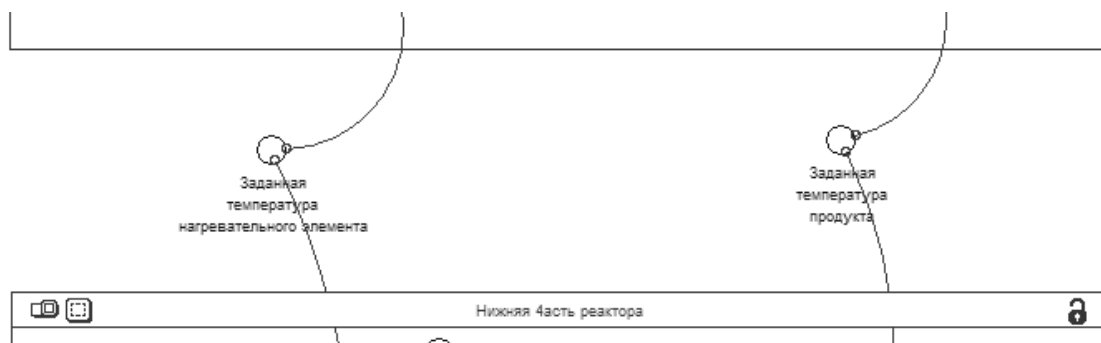


Рисунок 2. Заданные температуры нагревательного элемента и продукта

Он соединен с объектом Converter «Мощность нагревательного элемента», в котором можно настроить данный параметр. Мощность нагревательного элемента задана в объекте в виде формулы.

Образованная цепочка из объектов Converter «Заданная температура нагревательного элемента», «Мощность нагревательного элемента» и «Скорость нагрева реактора» составлена для считывания данных по повышению температуры нагревательного элемента, поэтому последний объект этой цепочки соединен с объектом Flow «Нагрев».

За естественное охлаждение нагревательного элемента отвечает объект Converter «Естественное охлаждение», который подсоединен к объекту Flow «Охлаждение». Оно задано с помощью зависимости температуры от времени (рисунок 4), т.к. оно будет меняться в зависимости от возмущений, представленных в данном случае температурой окружающей среды.

По аналогичному принципу устроен контур управления температурой продукта.

Для производства препарата «Политрил» мы должны нагреть нагревательный элемент до температуры 275°C, а исходную массу – до 150°C. Заданная температура

нагревательного элемента и заданная температура продукта вводятся в форме констант в объекты Converter «Заданная температура нагревательного элемента» со значением 275°C и «Заданная температура продукта» со значением 150°C соответственно. Эти величины в схеме расположены вне блока «Нижняя часть реактора», т.к. эти температуры поддерживаются во всём реакторе (рисунок 3).

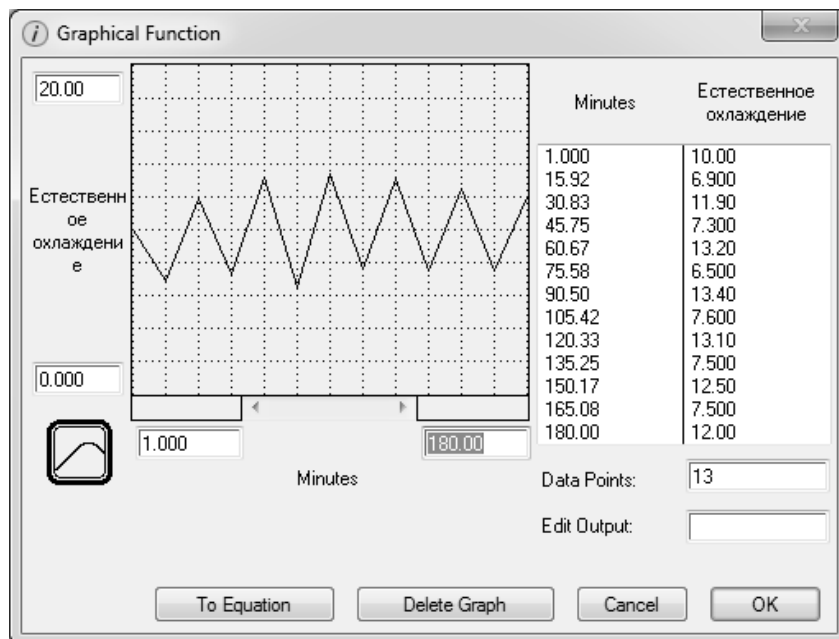


Рисунок 3. Задание естественного охлаждения в виде зависимости

После задания формул для объектов Converter «Мощность нагревательного элемента» и «Скорость нагрева реактора» через объект Flow «Нагрев», происходит моделирование процесса нагрева на полную мощность. Текущее значение температуры нагревательного элемента фиксируется в блоке Stock «Температура нагревательного элемента внизу». От него зависит величина мощности нагревательного элемента в объекте Converter «Мощность нагревательного элемента». По формуле, при достижении разницы заданной и текущей температур в 13°C, мощность падает, вследствие чего нагрев замедляется. Когда текущая температура равняется заданной, мощность стремится к 0.

Так как процесс нагрева останавливается, реактор охлаждается естественным образом с помощью объекта Converter «Естественное охлаждение» через объект Flow «Охлаждение» (рисунок 4), температура падает. Вследствие этого, при падении температуры более, чем на 5°C, в модели производится увеличение мощности, температура снова поднимается. Таким образом, происходит регулирование температуры в нижней части реактора.

Построена зависимость текущей температуры нагревательного элемента от времени, а также зависимость текущей температуры продукта от времени в нижней части реактора с целью выявления взаимного влияния контуров управления температурой.

Анализ графиков показал, что нагрев реактора первоначально происходит на полной мощности. При приближении текущей температуры к заданному значению, мощность начинает падать. Происходит замедление повышения температуры. Когда значение мощности приближается к 0, происходит естественное понижение температуры, поэтому мощность вновь увеличивается. Таким образом, происходит процесс моделирования управлением температуры.

Далее построены аналогичные графики для верхней части реактора.

На данных графиках также можно проследить процесс моделирования управлением температурой после приближения текущего значения к заданному.

Для процесса управления электрообогревом используется многомерная система, в которой используется два контура управления. В данной системе может функционировать либо один из контуров управления, либо оба одновременно. При одновременной работе контуров существует влияние контуров друг на друга. Чтобы учесть эти влияния при управлении, необходимо разработать компенсаторы взаимного влияния температур в контурах регулирования. Исходные данные для разработки компенсаторов в контурах управления нагревательными элементами в нижней и верхней частях реактора получены из эксперимента по снятию для каждого контура регулирования двух характеристик «Вход-выход»: в автономном и многосвязном режимах работы контуров.

При автономном режиме температуру 150°C поддерживают нагревательные элементы только одного из двух контуров управления температурой, а второй – бездействует. Тем самым, влияние одного контура управления на другой исследуемый контур отсутствует.

В многосвязном режиме работают нагревательные элементы обоих контуров управления температурой. Поэтому полученная в таких условиях характеристика «Вход-выход» рассматриваемого контура управления будет учитывать влияние другого контура.

В ходе эксперимента были получены характеристики «Вход-выход» для каждого контура управления температуры реактора, представленные на рисунки 4, 5.

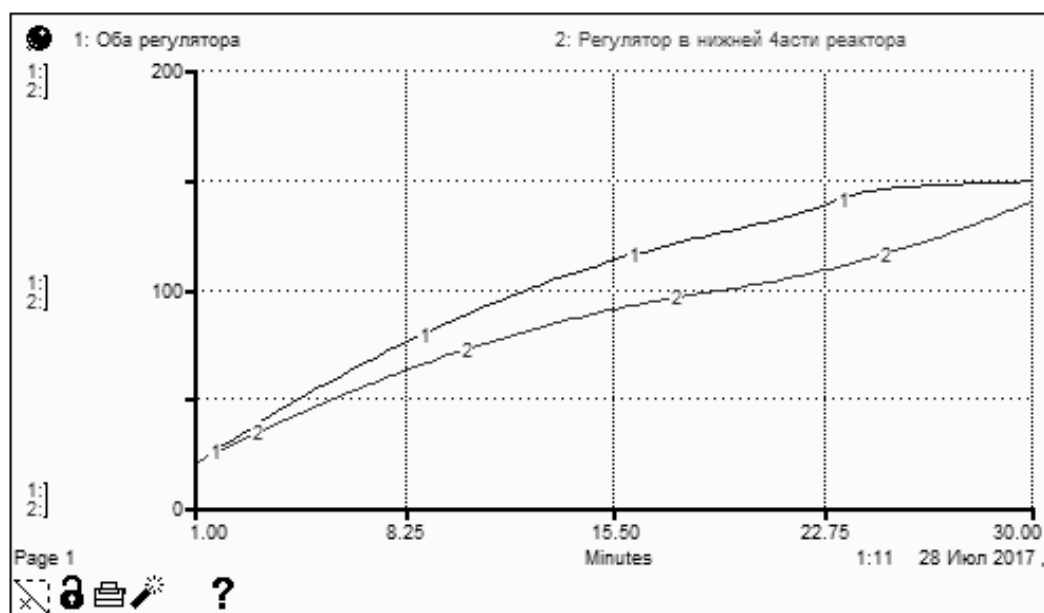


Рисунок 4. Характеристика «Вход-выход» для контура управления температурой в нижней части реактора в автономном (график 2) и многосвязном (график 1) режимах

На каждом из рисунков 4, 5 изображены графики для автономного и многосвязного режимов работы контура управления температурой. Например, чтобы найти на рисунке 4 функцию влияния контура в верхней части реактора $T_{вн}$, нужно из значений графика 1 вычесть значения графика 2.

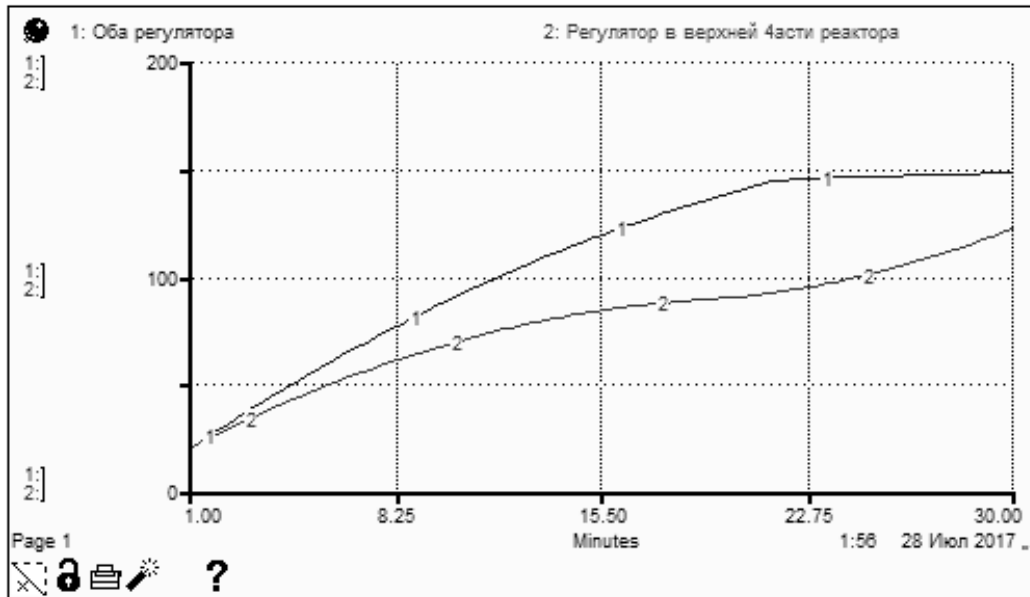


Рисунок 5. Характеристика «Вход-выход» для контура управления температурой в верхней части реактора в автономном (график 2) и многосвязном (график 1) режимах

Далее для разработки компенсаторов взаимного влияния контуров нужно использовать функции влияния контуров управления температурой реактора в нижней $T_{вн}$ и верхней $T_{вв}$ частях реактора. Сама идея компенсации состоит в генерации в операционной среде каждого контура регулирования функции, являющейся зеркальным отображением функций $T_{вн}$ и $T_{вв}$ относительно оси абсцисс.

Вычисляя разность значений графиков 1 и 2 получен график функции влияния $T_{вн}$. Затем он зеркально отражен относительно оси абсцисс и получена функция компенсации $T_{кн}$ влияния температуры в нижней части реактора на температуру верхней части реактора.

Функция мощности нагревательного элемента M и функция компенсации мощности нагревательного элемента KM приведена на рисунке 6.

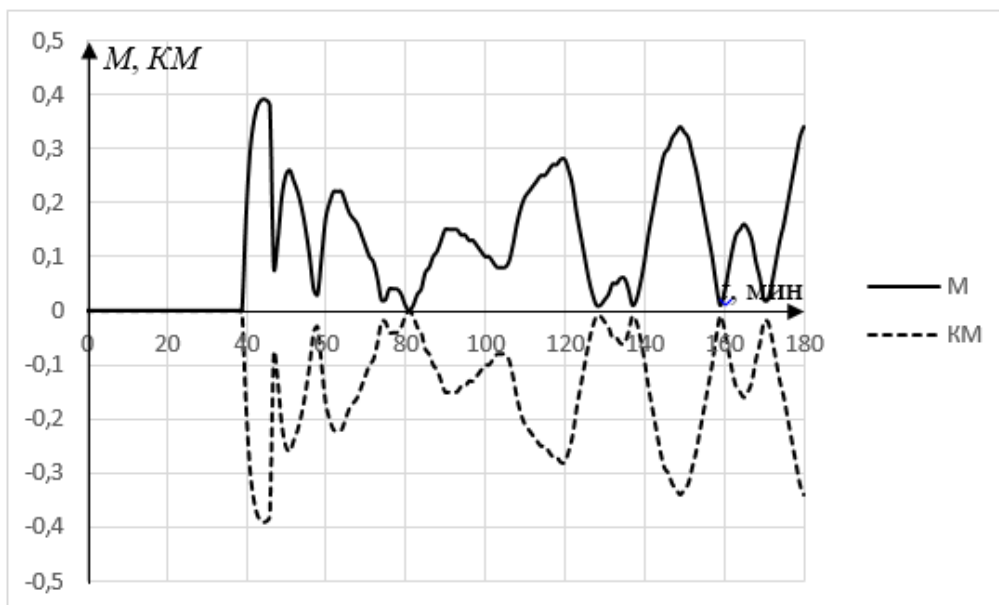


Рисунок 6. Функция мощности нагревательного элемента M и функция компенсации мощности нагревательного элемента KM

Введение компенсационных функций изменило структуру модели, реализующей контур управления температуры в реакторе.

Выводы

Разработанная модель управления электрообогревом реактора, позволяет провести моделирование многомерного объекта, учитывая при этом влияние контуров управления друг на друга.

Модель может быть применена для реакторов различного назначения, с её помощью возможно провести моделирование большого количества сложных объектов.

Литература

1. Муравьева Е.А., Азанов А.Н., Файзуллин С.Р. Исследование систем управления насосных дожимных станций и оценка их энергопотребления в программе Ithink // В сборнике: малоотходные, ресурсосберегающие химические технологии и экологическая безопасность Сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции. 2018. С. 330-333.

2. Муравьева Е.А., Исмоилов Т.Н., Файзуллин С.Р. Анализ режимов работы автоклава в программе Ithink // В сборнике: малоотходные, ресурсосберегающие химические технологии и экологическая безопасность Сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции. 2018. С. 333-335.

3. Муравьева Е.А., Михайлова Ю.К. Регулирование уровня ёмкости дожимной насосной станции в программе Ithink // В сборнике: малоотходные, ресурсосберегающие химические технологии и экологическая безопасность Сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции. 2018. С. 335-338.

4. Хакимов Р.А., Муравьева Е.А. Автоматизация нефтегазовой промышленности и экспертные системы // В сборнике: малоотходные, ресурсосберегающие химические технологии и экологическая безопасность Сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции. 2018. С. 359-362.

5. Муравьева Е.А., Еникеева Э.Р., Нурғалиев Р.Р., Кубряк А.И. Разработка автоматической системы поддержания оптимального уровня жидкости с использованием поплавкового уровнемера на основе переменного резистора // В сборнике: Достижения, проблемы и перспективы развития нефтегазовой отрасли материалы Международной научно-практической конференции. Альметьевский государственный нефтяной институт. 2018. С. 238-243.

6. Муравьева Е.А., Радакина Д.С. Разработка алгоритма настройки адаптивного нечеткого регулятора с двойной базой правил // В сборнике: Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений (ITIDS'2018) Труды VI Всероссийской конференции (с приглашением зарубежных ученых). 2018. С. 36-41.

7. Muravyova E.A., Sharipov M.I., Kubryak A.I., Bondarev A.V., Galiaskarova G.R. Power consumption analysis of pump station control systems based on fuzzy controllers with discrete terms in Ithink software // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 2018. С. 022072.

8. Кубряк А.И., Муравьева Е.А. Способ повышения эффективности многомерного четкого логического регулятора // В сборнике: Семьдесят первая всероссийская научно-техническая конференция студентов, магистрантов и аспирантов высших учебных заведений с международным участием Сборник материалов конференции. В 3-х частях. 2018. С. 290-293.

УДК 004.925.8

**ПРЯМОЙ АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД
ДЛЯ ПЛОСКИХ ДИФФЕРЕНЦИРУЕМЫХ КРИВЫХ****DIRECT ANALYTICAL METHOD
FOR PLANE DIFFERENTIABLE CURVES**

Хазияхметов Р.Т.,
Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова,
г. Ижевск, Россия

R.T. Khaziyakhmetov,
Kalashnikov Izhevsk State Technical University,
Izhevsk, Russia

e-mail: rysel777@inbox.ru

Аннотация. В статье представлен расчёт механизма движения на траектории. Предлагается новый метод вычисления. Этот метод основан на математической лингвистике и реляционной алгебре. Коротко перечислены эксперименты в областях геометрического моделирования и управления роботом.

Abstract. This paper presents one of possible calculations of a high-precision trajectory of a robot. Elliptic and hyperbolic trajectories can be calculated using non-projective transformations by the classical method or by the direct analytical method. The author emphasizes the necessity of further study of analytical geometry for the description of complex trajectories.

Ключевые слова: расчёт траектории, робот, евклидова плоскость, CAD/CAM.

Keywords: computation of trajectory, robot, Euclidean plane, CAD/CAM.

Введение

Расчёт механизма движения по траектории, описываемой плоской дифференцируемой кривой, является сложной задачей. Сложность возникает при согласованном высокоточном движении. Предлагается новый метод вычислений – прямой аналитический метод, основанный на внутренне присущих евклидовой плоскости свойствах [1].

Экспериментальная часть

Точность вычислений механизмов зависит от методов геометрического управления. Есть только приближенные методы для сложных дифференцируемых кривых. Попробуем обеспечить точность на основе поправок к аналитической геометрии. Новые разделы геометрии появляются путём переноса результатов из других математических разделов, таких как теория множеств, алгебра и другие [2].

Основная цель исследования состоит в получении содержательных результатов по механотронным системам и проектированию с помощью систем автоматизированного проектирования (САД) и автоматизированного программирования (САМ). Дополнительно была применена кодовая реляционная алгебра как практическая

часть теории Цермело-Френкеля. Применялась математическая лингвистика для улучшения точности геометрического моделирования в автоматизированном проектировании и автоматизированном производстве, механотронике. Была получена евклидова плоскость как текст. Уровни исследования текста представляют собой внутренние отношения в плоскости. Евклидова плоскость представляет собой набор реляционных таблиц. Доказательство заключается в том, что реляционная алгебра может работать с конечными и бесконечными таблицами. Евклидова плоскость является связанной таблицей и в некоторых случаях обеспечивает анализ формул жордановых кривых.

Давид Гильберт, сформулировавший аксиомы для евклидовой плоскости, предложил рассматривать построение лингвистических правил. Основные результаты в математической лингвистике подготавливаются с помощью семиотического и структурного анализа [3]. Они являются базовыми решениями в естественной и формальной лингвистической теории и иногда используются в теории искусственного интеллекта.

Эллиптическая и гиперболическая траектория робота может быть вычислена с помощью непроективных преобразований классическим методом или прямым аналитическим методом.

Выводы

Установлено, что окружность и эллипс является основой для многих кинематических механизмов. Вычисления не могут быть сделаны для всех линейных параметрических систем. Общее решение для вычисления траектории движения робота не удалось получить.

Некоторые из результатов, полученные для плоских дифференцируемых кривых, могут быть значимы для физики. Результаты для произвольных линейных независимых преобразований плоских дифференцируемых кривых требуют дальнейшего поиска.

Литература

1. Bozek, P. The calculations of Jordan curves trajectory of the robot movement / P. Bozek, P. Pokorny, J. Svetlik, A. Lozhkin, I. Arkhipov // International Journal of Advanced Robotic Systems. – 2016. – No. September-October. – P. 1-7. – ISSN: 1729-8814 (Online).
2. Bozek P., Turygin Y. Measurement of the operating parameters and numerical analysis of the mechanical subsystem / P. Bozek, Y. Turygin // Measurement Science Review. – 2014. – Vol. 14, no. 4. – P. 198-203. – ISSN: 1335-8871 (Online).
3. Lozhkin, A. Structurization of analytical geometry on the base of symmetries / A. Lozhkin, N. Dyukina. – Saarbruken: Lambert academic publishing, 2012. – 176 p.

СИСТЕМЫ И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ ИНФОРМАЦИИ

УДК 004

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

MODERN INFORMATION PROTECTION METHODS

Свирко А.И., Шутович Т.В., Белодед Н.И.,
Академия управления при Президенте Республики Беларусь
Минск, Республика Беларусь

A.I. Svirko, T.V. Shutovich, N.I. Beloded,
Academy of Management under the President of the Republic of Belarus
Minsk, Republic of Belarus

Аннотация. В связи с появлением и развитием новых информационных технологий, а также созданием современных мощных компьютерных систем обработки и хранения информации, повысилась нужда в защите информации. В данной статье сформулированы современные способы защиты информации. Рассмотрены различные виды умышленных угроз безопасности данных.

Abstract. In connection with the emergence and development of new information technologies, as well as the creation of modern powerful computer systems for processing and storing information, the need for information protection has increased. This article formulates modern methods of protecting information. Various types of intentional data security threats are considered.

Ключевые слова: информация, защита информации, вирус, безопасность, конфиденциальность.

Keywords: information, information protection, virus, security, confidentiality.

В настоящее время, в связи с появлением и внедрением компьютерных систем, средств обработки данных, необходимостью является защита хранимой информации на компьютерных носителях. Другими словами, вопрос защиты информации в информационных системах находит решение для того, чтобы поспособствовать изолированию функционирующих информационных систем от доступа посторонних лиц, программ от их несанкционированного воздействия, с целью хищения данных.

Опасность защиты хранимой информации осуществила одной из важных характеристик информационной системы средства обеспечения информационной безопасности.

С целью описания средств и методов, предназначенных для защиты информации и противодействия взлому хакерами, используется термин информационная безопасность [1].

Информационная безопасность обеспечивает защиту файлов и данных от хищений или их изменений, случайного или умышленного характера.

Несомненно, эффективным и важным инструментом защиты пользователей, владеющих информацией и интересов собственников, является система обеспечения информационной безопасности организации.

Факт нанесения ущерба владельцам информации может быть нанесён не только несанкционированным способом, но и как часто ещё описывают понятие «информационная безопасность» такой ситуацией, где исключает доступ к просмотру, редактированию и удалению данных без наличия на то непосредственных прав. Следует отметить, что этот термин подразумевает под собой обеспечение защиты данных от хищения и утечки с помощью различных методов и инновационных устройств [2].

Нельзя назвать постоянной систему безопасности реальных и потенциальных угроз. Опасность угрозы может как уменьшаться, так и нарастать.

Трудно определить уровень необходимой защиты информации для участников процесса обеспечения безопасности данных, государства, предприятия или человека, поскольку каждый из них является сложной системой.

Следует отметить, что система обеспечения информационной безопасности организации – это комплекс мер, а также управленческих решений, которые были направлены на предотвращение угроз как внешних, так и внутренних. Аналитическая оценка эффективности таких мер устанавливается благодаря таким факторам как степень и характер наступившей угрозы, различные неблагоприятные моменты, которые представляют опасность для достижения поставленных предприятием целей.

Существует несколько современных методов борьбы с угрозой с стороны утечки информации, которыми пользуется система защиты информации:

1) Организационно-административные средства защиты. Основной задачей этого метода является разграничение доступа к обработке данных, информационных ресурсов. Организационно-административные средства защиты создают контрольно-пропускной режим на той территории, на которой происходит создание, к примеру, специальных пропусков и где располагаются средства, обрабатывающие информацию.

2) Технологические средства защиты информации являются набором мероприятий, которые занимают созданием архивных копий, сохранением обрабатываемых файлов в памяти электронного носителя; регистрацией доступа пользователей к информационным ресурсам; разработкой должностных инструкций по выполнению технологических процедур и другое.

3) Технические средства должны заниматься созданием физически замкнутой среды возле помещений, в которых ведется обработка данных и информации. В данном случае используются различные мероприятия, как: установка средств физической преграды; ограничение электромагнитного излучения путем экранирования офиса, где происходит обработка информации и файлов; применение аппаратуры с малым электромагнитным излучением, благодаря которой происходит избежание незаконного несанкционированного доступа к информации.

4) К правовым мерам защиты информации можно отнести действующие в стране законы, нормативные акты, регламентирующие правила обращения с информацией и ответственность за их нарушение; соблюдение которых способствует защите информации.

5) Программные средства и методы больше других применяются для контроля защиты данных, разграничение доступа к ресурсам; регистрацию и анализ текущих процессов организаций, событий, пользователей; криптографическую и антивирусную защиту информации. В настоящее время важную роль в системах обработки экономической информации составляют специальные программы, которые включены в состав программного обеспечения ИС.

Стоит отдельно отметить такой современный способ защиты данных с помощью программных средств как криптографическое преобразование (шифрование). Он заключается в приведении информации к неявному виду с помощью специальных алгоритмов и ключей [3]. Под ключом имеется ввиду изменяемая часть криптографической системы, она хранится в тайне и определяет, какое шифрующее изменение было ранее выполнено. Для данного метода используется специальный алгоритм, который известен лишь определенным лицам. Процесс шифрования осуществляется с помощью периодически изменяющегося кода ключа, который обеспечивает нам оригинальное представление информации при использовании одинакового алгоритма шифрования. Знание этого ключа позволит быстро расшифровать текст. Без него эту процедуру выполнить практически невозможно.

Существует два метода шифрования:

1) Симметрическое шифрование. В этом методе один и тот же ключ используется для шифрования и дешифрования.

2) Несимметричное шифрование. Для шифрования применяется только один ключ, который называется открытым, а для дешифрования другой – закрытый.

В качестве примера некоторых методов криптографического преобразования можно рассмотреть методы перестановки и замены.

Метод перестановки – это разбиении исходного текста на множество блоков, а затем в их записи и чтении зашифрованного текста с помощью геометрических фигур. К примеру, записанный исходный текст по столбцам матрицы, а чтение шифрованного текста – по ее строкам.

Шифрование методом замены происходит по средством того, что символы исходного текста, которые записаны одним алфавитом, заменяются символами иного алфавита, который соответствует принятому ключу преобразования. Комбинация таких методов преподносит производный шифр, который наделён еще большей криптографической возможностью.

С давних времён существует криптография, однако ранее она использовалась только представителями военных учреждений и правительством. Однако в настоящее время ситуация изменилась и такими методами пользуются банковские, финансовые и коммерческие структуры.

Промышленное производство аппаратуры, которая используется для криптографического шифрования позволяет использующим её структурам повысить безопасность информации при её хранении на электронных средствах.

Одним из самых частых средств кражи информации является атака вирусами. Проанализировав данные из статистики Kaspersky Security Network о распространении компьютерных вирусов и новых созданных, можно сделать вывод [3]:

– Программы «Лаборатории Касперского» отразили 843 096 461 атак, которые проводились с интернет-ресурсов, размещенных в 203 странах мира.

– В целом было зафиксировано около 113 640 221 уникальных URL, на которые срабатывал веб-антивирус.

– Всего попыток запуска вредоносного ПО для кражи денежных средств через онлайн-доступ к банковским счетам было отражено на компьютерах 243 604 пользователей.

– Атаки шифровальщиков найдены на компьютерах 284 489 пользователей.

– Файловым антивирусом Kaspersky зафиксировано 247 907 593 вредоносных и нежелательных объектов.

– Продуктами «Лаборатории Касперского», которая защищает мобильные телефоны от вредоносного ПО зафиксировано:

– 905 175 вредоносных установочных пакетов;

- 29 841 установочный пакет мобильных банковских вирусов троянцев;
- 27 928 установочных пакетов мобильных троянцев-вымогателей.

Количество угроз, с которыми приходится сталкиваться пользователям, возрастает с каждым месяцем, а вредоносные ПО становятся все более сложными для их удаления. Это связано с тем, что бизнес, связанный с созданием вирусов и вредоносных программ, является высокооплачиваемым среди программистов.

Время между обнаружением заражённого компьютера и выпуском соответствующей защиты от данного вируса примерно составляет около двух-трёх месяцев. Разрабатываются все более трудноуловимые программы, которые умеют отключать антивирусную защиту, чтобы их обнаружение было затруднительным процессом.

Большую популярность среди вирусов получают вредоносные программные обеспечения, которые после заражения компьютера загружают дополнительные ПО, которые имеют другую функциональность для хищения и удаления программ пользователя, рассылки спама или нежелательных писем по электронной почте.

Современными способами защиты от компьютерных вирусов являются специальные антивирусные программы, которые представляют собой комплексы для защиты и профилактики заражения, лечения, а также восстановления информации компьютера.

Суть функционирования антивирусных программ состоит в постоянном отслеживании системы на наличие вирусов и вредоносных ПО при открытии неизвестных источников, непознанных файлов, а также различных документов, полученных по электронной почте, работе в Интернете и других процессах.

Программы-сторожа, всегда находятся в оперативной памяти компьютера. Они пингуют и перехватывают все запросы, которые обращены к операционной системе на выполнение действий, которые являются подозрительными, такие операции как использование вирусами возможности для своего размножения, порчи и перехвата информационных и других системных ресурсов. Такими действиями могут быть попытки изменения реквизитов файлов, переформатирование жесткого диска и др. При каждом таком запросе на действие, на экран компьютера будет выдаваться предупреждение о том, какое действие сейчас будет исполнено, и какая программа хочет его выполнять. Пользователь компьютера должен либо разрешить выполнение действия, либо запретить его.

К тому же программы-фильтры не лечат заражённые файлы, для таких операций нужно использовать другие антивирусные программы. Примером программы-сторожа можно назвать антивирус Vsefe.

Ещё одним средством защиты от вредоносных программ являются программы-ревизоры. Благодаря им происходит запоминание исходного состояния программы и после обновления компьютера или изменения каталогов этой программы идёт обнаружение новых файлов и их проверка на наличие вирусов. При выявлении несоответствий (по длине файла, дате модификации, коду циклического контроля файла и др.) сообщение об этом выдается пользователю.

Так же можно отметить такой вид антивирусных программ как программы-доктора. Этот вид антивирусов не только обнаруживает, но и лечит зараженные вирусами файлы, при этом удаляя из зараженных программ тело вредоносного ПО. Программы-доктора также служат для обнаружения и уничтожения огромного количества различных вирусов.

Выводы

В настоящее время существуют специальные средства контроля защищенности. Кроме того, многие системы информационной безопасности имеют встроенные средства для осуществления контроля защиты данных.

Одним из самых важных этапов в защите информации является выбор системы защиты, так как наличие этой системы, в работе которой возможны серьезные сбои и ошибки, в некоторых случаях хуже, чем её отсутствие. Это связано с тем, что пользователи считают, что их информация под защитой, хотя на самом деле ситуация прямо противоположная.

Для грамотного выбора системы защиты информации и поддержания ее функционирования необходимо:

1. выявлять все возможные угрозы защищаемой информации;
2. грамотно, формулировать политику безопасности в организации в целом и вычислительной системы в частности;
3. обеспечивать комплексность построения системы защиты: она должна содержать полный набор необходимых механизмов и средств защиты и осуществлять их совместное использование;
4. постоянно следить за работой системы защиты и проводить ее периодическую проверку;
5. правильно выбирать фирму-производителя системы защиты и ее отдельные компоненты: данная фирма должна быть хорошо зарекомендованной на рынке, желательно наличие большого опыта работы в данной области и широкой сети клиентов.

Только при соблюдении условий, которые были перечислены в докладе, можно говорить об обеспечении высокого уровня информационной безопасности.

Литература

1. Яшина А.М., Современные способы защиты информации и информационная безопасность / А.М. Яшина // Труды Международного симпозиума «Надёжность и качество». 2018. Т.2. – С. 56-64.
2. ICC Russian international chamber of commerce [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://clck.ru/Dct6a> (Дата обращения: 30.03.2020.)
3. Рачков В.Е., Защита информации в информационных системах / В.Е. Рачков // Информационные технологии в управлении: курс лекций. 2014. Т.2. – С. 5-15.
4. Чебышев В., Синицин Ф., Развитие информационных угроз в первом квартале 2019 года. Статистика [Электронный ресурс] / В. Чебышев – С. 25-27– Режим доступа: <http://vunivere.ru/work51240/page27/> – Дата обращения: 30.03.2020.

Уважаемые коллеги!

Оргкомитет приглашает Вас принять участие
в IX международной научно-практической конференции IT Day's-2021
«ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ. ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ».

Конференция проводится в рамках Российского нефтегазохимического форума
и международной выставки
«ГАЗ. НЕФТЬ. ТЕХНОЛОГИИ».

при поддержке:

Российской академии естественных наук
Академии наук Республики Башкортостан
Общественной организации
«Профессионалы дистанционного обучения»
Ассоциации образовательных программ
«Электронное образование Республики Башкортостан»
Российского союза научных и инженерных
общественных объединений
МИП УГНТУ «Научно-производственный центр
НЕФТЕГАЗИНЖИНИРИНГ»

Рабочие языки конференции: русский, английский.

Форма участия:

- очная (с докладом)
- очная (без доклада)
- заочная (дистанционная).

Материалы конференции публикуются в научном журнале
«Информационные технологии. Проблемы и решения».

На конференции традиционно встречаются представители IT-компаний,
научно-педагогического и студенческого сообщества, педагоги, школьники,
фрилансеры, представители производства – все, для кого использование IT-
технологий является основой учебной и профессиональной деятельности.

За 7 лет проведения конференции в ней приняли участие свыше 2 000
человек более чем из 15 стран.

Будем рады видеть Вас среди участников нашего дружного сообщества!