

**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

*Посвящается
50-летию факультета автоматизации производственных процессов
35-летию кафедры вычислительной техники и инженерной кибернетики
Уфимского государственного
нефтяного технического университета*

У ф а
Издательство УГНТУ
2 0 1 9

Информационные технологии. Проблемы и решения. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2019. 4(9). 152 с.

Information technology. – Ufa: USPTU, 2019. 4(9). 152 p.

Учредитель:

**ФГБОУ ВО Уфимский государственный
нефтяной технический университет**

2019, 4(9)

Издается с 2014 г.

РЕДКОЛЛЕГИЯ

Главный редактор

Р.Н. Бахтизин, ректор 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 прикладная математика и информатика Тольяттинского государственного 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», 2019

© Коллектив авторов, 2019

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 10.06.2019. Формат 60x80 1/16. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 8,83. Тираж 800 экз. Заказ 87.

Издательство Уфимского государственного нефтяного технического университета

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

Founder:

**FSBEU HE Ufa State Petroleum
Technological University**

2019, 4(9)

Published since 2014

EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief

R.N. Bakhtizin, Dr. of Physical and Mathematical Sci., Professor, 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, Department of Applied Mathematics and Computer Science Togliatti State 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

Ястребова К.А. ВОЗМОЖНОСТИ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПОДГОТОВКЕ ПЕДАГОГА К ТьюТОРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	5
--	---

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ, ОБРАЗОВАНИИ И ПРОИЗВОДСТВЕ

Мошев Е.Р., Ромашкин М.А. КОМПЛЕКС ПРОГРАММ ДЛЯ РАБОТЫ С ЭЛЕКТРОННОЙ ДОКУМЕНТАЦИЕЙ ПО ОБОРУДОВАНИЮ НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ.....	11
Фаталиев Т.Х., Мехтиев Ш.А. ДЕЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В СРЕДЕ ЭЛЕКТРОННОЙ НАУКИ.....	17
Суфиянов Э.З., Головина Е.Ю. РАЗРАБОТКА КОНФИГУРАЦИИ СКУД НА ПЛАТФОРМЕ 1С: ПРЕДПРИЯТИЕ.....	23
Абдрахманова Э.К. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ.....	27
Кильчанов С.В., Коротченков М.В., Щербатов И.А. ПРИМЕНЕНИЕ ДЕРЕВЬЕВ РЕШЕНИЙ ПРИ ДИАГНОСТИКЕ ОБОРУДОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИКИ.....	32
Ерофеев В.В., Игнатъев А.Г., Шарафиев Р.Г., Ерофеев С.В., Гребенщикова О.А. ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ ДУГОВОЙ СВАРКИ ЛИСТОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ С УЧЕТОМ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ СВАРНЫХ СТЫКОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ.....	37
Позолотин В.Е., Султанова Е.А. ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНОГО СГЛАЖИВАНИЯ К ОБРАБОТКЕ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ.....	45
Фаталиев Т.Х., Вердиева Н.Н. ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ПРОЕКТАХ ГРАЖДАНСКОЙ НАУКИ.....	50
Черникова М.А. МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ТОПЛИВОПИТАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННОЙ СЕТИ.....	56
Бойко С.И., Исламов Р.Р. ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ УРАВНЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНОГО БАЛАНСА ПРИ ОЦЕНКЕ ИЗМЕНЕНИЯ КОНТАКТОВ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ЗАЛЕЖИ.....	62
Ерофеев В.В., Ерофеев С.В., Шарафиев Р.Г., Коротков В.А., Агафонов Э.Ж. МИНИМИЗАЦИЯ ЗАТРАТ ПРЕДПРИЯТИЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТ ПО ПЛАЗМЕННОЙ ПОВЕРХНОСТНОЙ ЗАКАЛКЕ ПОДКРАНОВЫХ РЕЛЬСОВ..	68

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОНОМИКЕ, УПРАВЛЕНИИ И БИЗНЕСЕ

Хайруллина Д.Д., Кравченко Т.В. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА «ФОРМИРОВАНИЕ ОПИСЕЙ ДОКУМЕНТОВ КАДРОВОГО УЧЕТА» НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА.....	78
Черникова В.О., Кравченко Т.В. УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА «РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОДУКЦИИ» НА НЕФТЕХИМИЧЕСКОМ ПРЕДПРИЯТИИ	85

Мусина Л.Ю., Кравченко Т.В. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССА «ГОДОВОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ОБОРУДОВАНИЯ».....	90
Янбеков Э.Р., Азбуханов А.Ф., Шарафутдинова Д.Р. БИЗНЕС–АНАЛИТИКА В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ	96
Булатов А.С., Родионов А.С. МОНИТОРИНГ СРОКОВ ОКОНЧАНИЯ ДЕЙСТВИЯ КЛЮЧЕЙ ЭЛЕКТРОННЫХ ЦИФРОВЫХ ПОДПИСЕЙ.....	101
Агибалов В.А., Белов М.К., Дмитриева М.А., Щербатов И.А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИКИ НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРТНЫХ ЗНАНИЙ.....	105
МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ	
Подвесовский А.Г., Исаев Р.А., Лупачев Е.А. ОБЛАЧНЫЙ СЕРВИС ПОДДЕРЖКИ КОГНИТИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ: АРХИТЕКТУРА И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ.....	111
Иванов А.Н., Мустафина С.А., Морозкин Н.Д. КРИТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЙРОСЕТЕВОГО ПОДХОДА В ЗАДАЧАХ МОДЕЛИРОВАНИЯ.....	117
Маннанов А.А. РАЗРАБОТКА MVC ПАТТЕРНА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТКИ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ.....	123
Олимпиева Н.В., Тулупова О.П., Ганиева В.Р., Круглов А.А., Еникеев Ф.У. КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СВЕРХПЛАСТИЧЕСКОЙ ФОРМОВКИ ПОЛУСФЕРЫ ИЗ МАГНИЕВОГО СПЛАВА AZ31.....	129
СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ГИС-ТЕХНОЛОГИИ	
Анискин А.А., Трубаков Е.О. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫХ ДАННЫХ О МАРШРУТАХ ДВИЖЕНИЯ ДЛЯ ХРАНИЛИЩ.....	135
Муфтеев В.Г., Шабакеева В.В., Аслямов И.Н., Лукманов Ю.И., Евтягина И.О. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ТРАССЫ ДОРОГИ В INDORCAD С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММЫ «FAIR CURVE MODELER».....	141
СИСТЕМЫ И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ ИНФОРМАЦИИ	
Кормильцев Н.В., Уваров А.Д., Корнилов Г.С. ПЕРЕХВАТ GSM – ПАКЕТОВ ПРИ ПОМОЩИ ФАЛЬШИВОЙ БАЗОВОЙ СТАНЦИИ.....	148

ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ: КОНЦЕПЦИЯ, МЕТОДОЛОГИЯ, ТЕХНОЛОГИЯ

УДК 004

ВОЗМОЖНОСТИ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПОДГОТОВКЕ ПЕДАГОГА К ТЬЮТОРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

THE POSSIBILITY OF REMOTE EDUCATIONAL TECHNOLOGIES IN TRAINING OF THE TEACHER FOR TUTORING ACTIVITIES

Ястребова К.А.,
ФГБОУ ВО «Башкирский государственный педагогический университет
им. М. Акмуллы»,
г. Уфа, Республика Башкортостан,

К.А. Yastrebova,
Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla, Ufa, Russian Federation

e-mail: snezhannna_@mail.ru

Аннотация. В статье исследуются вопросы дистанционного обучения педагогических кадров навыкам тьюторской работы с обучающимися школьниками. Проводится анализ тьюторской деятельности как умения педагога планировать индивидуальное направление обучения для конкретного ученика с учетом его интеллектуальных и эмоциональных наклонностей, базовых знаний и оптимальных учебных перспектив. Анализируются особенности (ключевые черты, положительные и отрицательные стороны, возможности и недостатки) классической и дистанционной систем обучения взрослых специалистов, претендующих на роль тьюторов. В статье описаны методики и ТСО дистанционной системы обучения будущих тьюторов, возможности и недостатки этого методического инструментария. Отмечено, что дистанционное обучение педагогических кадров, избравших для себя тьюторскую деятельность в школе, опирается на дистанционные методы консультирования, систему комплексных учебно-методических задач, наличие компетентностных основ в сфере технологий информации и коммуникации, методы объективного оценочного мониторинга и показатели оценки результатов дистанционной учебной деятельности. В статье описаны особенности применения технологий дистанционного образования для создания личной педагогической позиции специалиста-тьютора на базе того педагогического опыта, которым этот работник сферы образования уже обладает.

Abstract. The article investigates the issues of distance learning of teaching staff skills tutor work with students. The analysis of tutor activities and skills of the teacher to plan for individual field of study for a particular student taking into account his intellectual and emotional aptitude, basic knowledge and the optimum training prospects. Analyzes the characteristics (key characteristics, both positive and negative points, opportunities and weaknesses) of classical and remote systems for adult education professionals aspiring to the role of hutorov. The article describes the methods and TCO distance learning system of future Tutors, the possibilities and disadvantages of this methodological tools. It is noted that the distance learning of teachers who have chosen for themselves tutoring activities in school is

based on remote methods of counseling, a system of complex educational and methodical tasks, the availability of competence-based in the field of information and communication technologies, methods of objective assessment monitoring and indicators of evaluation of the results of distance learning activities. The article describes the features of the use of distance education technologies to create a personal pedagogical position of a specialist-tutor on the basis of the pedagogical experience that this employee of education already has.

Ключевые слова: тьютор, готовность к тьюторской деятельности, тьюторское сопровождение, дополнительное профессиональное образование.

Keywords: tutor, readiness for tutor activity, tutor support, additional professional education.

Одна из современных тенденций в области образования – персонализация – приводит к возрастанию популярности и востребованности профессии тьютора.

В образовательном учреждении необходимо создать условия для индивидуальной образовательной активности каждого учащегося в процессе миграции его способностей к самоопределению, самоорганизации, осмыслению своих образовательных перспектив. Это возможно сделать, если в образовательном пространстве образовательного учреждения будет обеспечено тьюторское сопровождение учащихся на всех ступенях учебно-воспитательного процесса. Сопровождение позволяет выстроить связь индивидуальной образовательной потребности учащегося и поля возможностей достижения этой потребности.

Обучение новейшим педагогическим программам (таким, как навыки тьюторской деятельности) предполагает как традиционные оффлайн-методы обучения педагогических кадров, так и более современные онлайн-методы.

Тьютор – это профессионал, сопровождающий студента или учащегося в ходе его индивидуального обучения. Однако миссия тьютора гораздо выше и масштабнее, чем простая помощь в учёбе (рисунок 1).

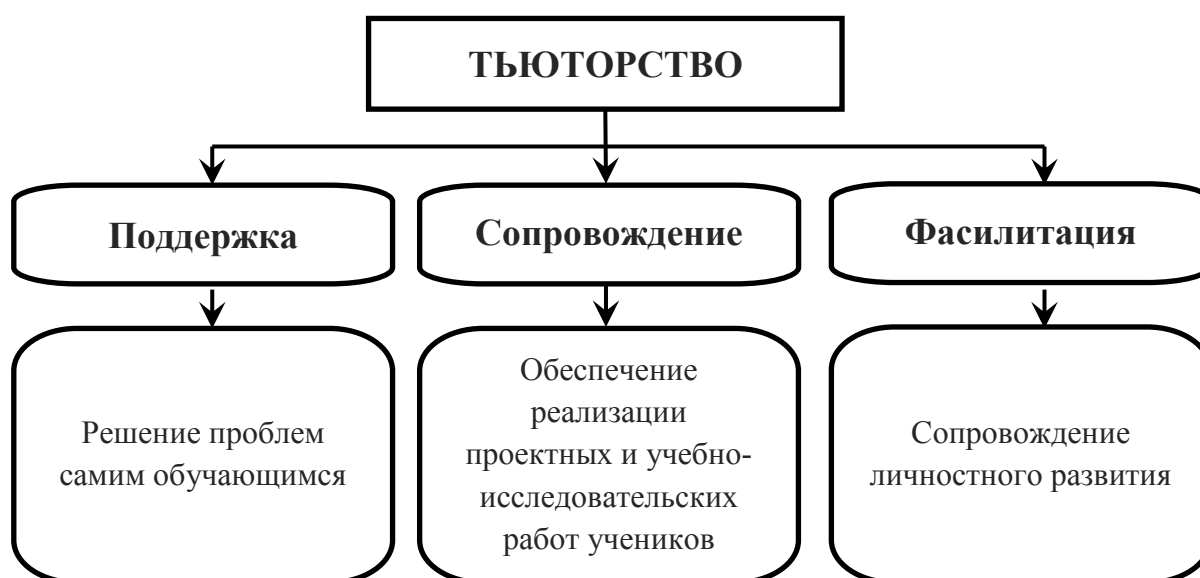


Рисунок 1. Функциональные направления тьюторства [4, С. 213].

Тьютор реализует разработку индивидуальных образовательных программ учащихся и студентов, сопровождает процесс индивидуализации и индивидуального образования в школе, вузе, в системах дополнительного образования [7, С. 21].

Профессия тьютора отличается от учителя или психолога, это особый тип педагогической профессии. Если базовой задачей учителя является обучение чему-либо, психолога – оказание психологической помощи, то главной задачей тьютора выступает сопровождение ребенка, подростка, молодого человека в образовательном движении, определение и раскрытие его личных ресурсов [2, С. 40].

Тьютор – это профессиональный педагог, занимающийся определенным направлением педагогики. Например, педагог передает навыки, умения, знания, а воспитатель (тоже участник педагогического процесса) передает жизненные ценности.

Вместе с этим есть такая фигура, как «тьютор» – это специалист, сопровождающий образовательную индивидуальную программу взрослого или ребенка. Он не передает комплекс каких-либо навыков, умений или знаний, он не воспитывает, его задание – помочь взрослому (или ребенку) зафиксировать индивидуальные познавательные интересы, помочь осознать, где и каким способом можно это осуществить, определить какие-либо предпочтения, помочь построить собственную программу обучения [6, С. 10].

Анализируя степень развитости профессиональных навыков, мы можем выделить три уровня профессиональной готовности тьютора. Согласно требованиям, содержащимся в профессиограмме, тьютор может соответствовать одному из трех уровней профессиональной готовности: уровню 1 (низкому), уровню 2 (среднему) и уровню 3 (высокому) [13].

Программа «Методы дистанционного сопровождения студентов-тьюторов» направлена на повышение квалификации педагогов и ориентирована на формирование умений педагогических работников организовывать тьюторскую деятельность [13].

Эта программа обучения основана на точной профессиограмме тьюторской деятельности. Направления и степени развития навыков (таблица 1) определяют уровни необходимого программного учебного воздействия на учащихся дистанционного курса:

Таблица 1 – Направления и уровни развития навыков тьютора.

Уровни / Направления	Психологические	Методологические	Организационные
Уровень 1 (низкий)			
Уровень 2 (средний)			
Уровень 3 (высокий)			

Тестирование тьюторов на стадии информационного модуля и анализ данных на стадии аналитического модуля являются ключом ко всему последующему дистанционному обучению. Предположим, конкретный учащийся психологически пребывает на низком уровне подготовленности, а методически и организационно – на среднем уровне. В связи с этим индивидуальная программа, рассчитанная именно для него, должна содержать элементы психологического (личностного) роста учащихся 1-го уровня, а также элементы методологии и организационной деятельности учащихся 2-го уровня. Можно предположить, что, либо один преподаватель в обучении учащегося использует разные программы различных уровней тьюторского мастерства, либо этим преподаванием занимаются два-три разных специалиста-тьютора [13].

Анализ уровня развития конкретного специалиста-тьютора и горизонтов его ближайшего профессионального усовершенствования должен идти в направлении трех параметров: психологического, методологического и организационного.

I. Психологические параметры

Профессия тьютора предполагает определенные требования к особенностям психических процессов и способностям (профессиональные способности):

- особенности внимания: способность к высокой концентрации и распределению внимания в зависимости от контекста.
- особенности восприятия: наблюдательность; эмпатия – понимание эмоционального состояния обучающегося, способность к сопереживанию.
- особенности памяти: владение техниками и приемами запоминания и воспроизведения информации.
- особенности воображения: способность к предвидению – умение прогнозировать последствия обучения.
- особенности мышления: развитое критическое мышление и интуиция.
- особенности невербального поведения: выразительная мимика, жесты, интонации, грамотная речь.
- способность вселять в обучающегося уверенность в собственных силах.
- способность находить индивидуальный подход к каждому обучающемуся.
- открытость новому опыту и готовность осваивать новые технологии, готовность к апробации новых способов преподавания и обучения [3, С. 33].

Важным для тьютора является владение техниками конструктивного общения: умение говорить с обучающимися «на равных», проявление уважения, подчеркивание общности, проявление интереса к их затруднениям.

Желательные черты характера эффективного тьютора: уверенность в себе; социальная активность; общительность; доброжелательность; простота в общении; чувство юмора; педагогический такт; умение заинтересовать; внимательность и другие [5, С. 73].

Помимо перечисленных личностных особенностей выделяют наиболее важные качества тьютора: виртуальная коммуникабельность, компьютерная грамотность, организаторские способности, педагогическое предвидение, профессиональная мобильность и эрудированность, психологическая гибкость, устная и письменная коммуникабельность.

II. Методологические параметры

Технологии и формы, используемые в тьюторском сопровождении:

Формы, применяемые в тьюторстве:

- групповое сопровождение,
- индивидуальное сопровождение [8, С. 47].

Технологии, используемые в тьюторском сопровождении:

- тренинговая технология;
- технология консультирования;
- технологии работы с собственным портфолио;
- технология рефлексивных сессий;
- технология Casestudy (кейс-стади);
- технология модерации;
- технология активного слушания;
- технология профессиональных и профильных проб;
- технология создания образовательного события;
- сопровождения тьютором исследовательской деятельности ученика;
- сопровождения тьютором проектной деятельности школьника;
- сопровождения тьютором интерактивного электронного образования;
- организации индивидуальной траектории развития ребенка;
- организации образовательной экспедиции [8, С. 49].

III. Организационные параметры

Тьютор обязан обладать организационными компетенциями:

- умением создавать условия для подлинной индивидуализации хода обучения (планирование персональных образовательно-профессиональных траекторий и составление персональных учебных планов);

- навыком организации взаимодействия ученика с педагогами и прочими педагогическими работниками для коррекционной работы в отношении персонального учебного плана, содействия генерации его творческого потенциала и участию ученика (с учетом его интересов) в научно-исследовательской и проектной деятельности;

- умением организовывать взаимодействие с педагогами, родителями, людьми, их заменяющими, по обнаружению, развитию и формированию познавательных интересов школьников, в том числе начальной и средней школы, корректировке и составлению индивидуальных образовательных (учебных) планов учеников, обсуждать и анализировать с ними результаты и ход реализации этих планов;

- способностью анализировать и обеспечивать достижение и подтверждение учеником образовательных цензов (уровней образования);

- умением оценивать и контролировать эффективность организации и осуществления образовательной программы (программы образовательного учреждения и индивидуальной программы), учитывая результативность самоопределения школьников, овладение умениями, формирование опыта творческой работы, познавательного интереса учеников, применяя компьютерные технологии, такие, как электронные таблицы и текстовые редакторы, в своей деятельности.

- навыком обеспечения охраны здоровья и жизни ученика во время процесса обучения;

- умением соблюдать правила пожарной безопасности и охране труда [5, С. 80].

Перед началом совместной работы со студентом-тьютором его тренер обдумывает алгоритм индивидуальной поддержки этого студента: настрой тьютора на предстоящую деятельность с тренером по индивидуальной программе, установление задач и цели настоящей и будущей тьюторской деятельности; получение информационных данных о профессиональных (внутришкольных) проблемах студента-тьютора; заполнение карты (плана) индивидуального сопровождения студента; избрание приоритетного направления тренерской курации; формирование плановой деятельности по сопровождению студента (продумывание всевозможных форм сопровождения данного тьютора); проведение работы по коррекции; анализ результатов тренерского сопровождения [13].

Выводы

Программа «Методы дистанционного сопровождения студентов-тьюторов», разработанная в процессе данного исследования, направлена на повышение квалификации педагогов и ориентирована на формирование умений педагогических работников организовывать тьюторскую деятельность. По материалам исследований мы разработали конкретную профессиограмму тьютора и согласно ей определили градации (уровни) профессионального развития тьютора как специалиста образования в РФ. На основе этих профессиограмм и градаций нами была создана программа дистанционного обучения начинающих тьюторов, включающая различные учебные комплексы для разных направлений (психология, методология и организационная деятельность тьютора) и уровней профессиональной готовности (низкого, среднего и высокого) конкретного специалиста.

Чтобы в дальнейшем более детально определить и практически отработать

программу «Методы дистанционного сопровождения студентов-тьюторов», необходимо создавать и всемерно поддерживать профессиональные тьюторские объединения (профсоюзы, ассоциации), на базе которых предполагается проводить созданное нами тестирование и обучение педагогических кадров.

Литература

1. Адольф, В.А. Тьюторское сопровождение как необходимое условие реализации ФГОС / В.А. Адольф, Н.В. Пилипчевская // Инновации в образовании. 2013. №3. С. 5-13.
2. Буданова, Г.П. Тьютору о тьюторстве (модель деятельности тьютора в системе повышения квалификации) / Г.П. Буданова // Завуч. Управление современной школой. М.: Центр «Педагогический поиск». 2007. №4. С. 30-56.
3. Васильева, Е.Н. Тьюторство как механизм непрерывного профессионального образования педагога / Е.Н. Васильева // Стандарты и мониторинг в образовании. Русск. журн. М.: 2006. №6. С. 32-37.
4. Гузеев, В.В. Тьютор в школе: руководство, сопровождение, поддержка / В.В. Гузеев // Народное образование. 2012. №4. С. 213-222.
5. Довбыш, С.Е. Задачи о тьюторской деятельности / С.Е. Довбыш // Педагогические технологии. 2013. №4. С. 72-80.
6. Ефименко, С.М. Подготовка будущих педагогов профессионального обучения к реализации функций тьютора: дис. канд. пед. наук / С.М. Ефименко. Чебоксары, 2011. 246 с.
7. Ефремова, О.И. Модель тьюторской поддержки учащихся / О.И. Ефремова // Воспитание школьников. 2010. №1. С. 21-26.
8. Имакаев, В.Р. Тьюторское отношение в парадигме российского образования / В.Р. Имакаев // Школьные технологии. 2013. №3. С. 46-50.
9. Ковалева, Т.М. Материалы курса «Основы тьюторского сопровождения в общем образовании»: Лекции 1-4 / Т.М. Ковалева. М.: Педагогический университет «Первое сентября», 2010. 56 с.
10. Ястребова, К.А. Выявление готовности учителей средней школы к тьюторской деятельности // Современные проблемы науки и образования. 2018. №3 / К.А. Ястребова, А.В. Дорофеев // Электронный ресурс. Режим доступа: <https://clck.ru/Fy5PU> (Дата обращения 21.02.2019).

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ, ОБРАЗОВАНИИ И ПРОИЗВОДСТВЕ

УДК 004.9: 66.02

КОМПЛЕКС ПРОГРАММ ДЛЯ РАБОТЫ С ЭЛЕКТРОННОЙ ДОКУМЕНТАЦИЕЙ ПО ОБОРУДОВАНИЮ НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

A SET OF PROGRAMS FOR WORK WITH ELECTRONIC DOCUMENTATION FOR THE EQUIPMENT OF PETROCHEMICAL PLANTS

Мошев Е.Р., Ромашкин М.А.,
ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»,
г. Пермь, Российская Федерация

E.R. Moshev, M.A. Romashkin,
FSBEI HE “Perm national research polytechnic university”, Perm, Russian Federation

e-mail: erm@pstu.ru

Аннотация. В статье рассмотрены недостатки проведения интегрированной логистической поддержки нефтехимического оборудования с помощью разрозненного программного обеспечения. Среди недостатков можно отметить следующие: противоречивость данных в документах, сформированных различными субъектами жизненного цикла оборудования; многократное дублирование операций поиска, ввода и обработки необходимой информации; многократное создание однотипных схем и чертежей на каждом этапе жизненного цикла оборудования. Выполнена постановка задач для устранения указанных недостатков. Приведены требования к комплексу программ, которые обеспечат его функционирование без описанных недостатков. Предложена принципиальная схема работы комплекса программ и его программного обеспечения, позволяющая решить поставленные задачи. Перечислены разработанные функциональные, фреймвые и продукционные модели представления знаний о нефтехимическом оборудовании, а также логико-математические и эвристическо-вычислительные алгоритмы, позволяющие создать комплекс программ, отвечающий приведённым требованиям и предложенной принципиальной схеме его функционирования. Приведены диалоговые окна встроенных графических редакторов, которые предназначены для построения изометрических схем трубопроводов и принципиальных схем сосудов. Кратко описаны основные функции и возможности этих редакторов. Дан алгоритм, обеспечивающий эффективное внедрение комплекса программ на нефтехимических производствах.

Abstract. The article discusses the shortcomings of integrated logistics support of petrochemical equipment using disparate software. Among the disadvantages are the following: contradictions of data in the documents generated by different subjects of the equipment life cycle; multiple duplication of search operations, input and processing of the necessary information; multiple creation of similar schemes and drawings at each stage of the

equipment life cycle. The task statement for elimination of the specified shortcomings was executed. Requirements to a complex of programs which will provide its functioning without the described shortcomings are resulted. The principal scheme of work of a complex of programs and its software allowing to solve objectives is offered. The developed functional, frame and production models of knowledge representation about petrochemical equipment, as well as logical-mathematical and heuristic-computational algorithms that allow to create a complex of programs that meet the requirements and the proposed schematic diagram of its functioning are listed. The dialog boxes of the built-in image editors that are designed for constructing isometric scheme of piping and circuit diagrams of the vessels are given. The main functions and features of these editors are briefly described. An algorithm that provides efficient implementation of complex programs in petrochemical industries are given.

Ключевые слова: интегрированная логистическая поддержка, жизненный цикл, интерактивный электронный документ, нефтехимическое оборудование, комплекс программ.

Keywords: integrated logistics support, life cycle, interactive electronic document, petrochemical equipment, complex of programs.

Важнейшим фактором обеспечения рентабельности и промышленной безопасности нефтехимических производств (НХП) является интегрированная логистическая поддержка (ИЛП) эксплуатируемого технологического оборудования и трубопроводов, далее именуемое как Оборудование [1, 2]. В настоящей работе под ИЛП понимается совокупность видов инженерной деятельности, реализуемых посредством управленческих, инженерных и информационных технологий, которые обеспечивают высокий уровень готовности оборудования (в том числе показателей, определяющих готовность, – безотказности, долговечности, ремонтпригодности, эксплуатационной и ремонтной технологичности и др.) при одновременном снижении затрат на эксплуатацию [3].

В настоящее время ИЛП оборудования осуществляется преимущественно с помощью разрозненного и мало специализированного программного обеспечения (ПО), что объективно обуславливает наличие следующих существенных недостатков в проведении ИЛП как организационно-технологического процесса:

- противоречивость данных, находящихся в разных документах и применяемом ПО;
- многократное дублирование операций поиска, ввода и обработки одной и той же информации по Оборудованию;
- многократное создание однотипных схем и чертежей на каждом этапе жизненного цикла (ЖЦ) оборудования;
- низкая автоматизация необходимых инженерно-технических и организационно-управленческих расчётов, сопровождающаяся большим количеством однообразных и шаблонных процедур;
- низкая скорость формирования требуемой документации в электронном виде;
- сложность и низкая скорость обмена данными между субъектами ЖЦ оборудования;
- отсутствие синхронизации и обмена данными между документами, которые формируются разными субъектами жизненного цикла (ЖЦ) оборудования.

Наличие этих недостатков снижает качество ИЛП и, как следствие, уменьшает показатели надёжности эксплуатации, промышленной безопасности и экономической эффективности НХП в целом [4].

Анализ возможностей ПО различного функционального назначения показал, что устранить указанные недостатки ИЛП можно путем разработки комплекса программ (КП), который будет отвечать следующим требованиям:

- вся информация по оборудованию, в том числе и паспортно-техническая, должна быть структурирована и представлена в виде интерактивных электронных документов;
- базы данных и знаний должны располагаться на централизованном сервере предприятия;
- вычислительно-сетевая структура КП должна обеспечивать доступ к данным по оборудованию локальным и удалённым пользователям на основе ролей с соответствующими наборами прав;
- комплекс программ должен быть разработан с учётом системного подхода к ЖЦ оборудования;
- функционал КП должен позволять использовать его всем субъектам ЖЦ оборудования.

ПО комплекса программ должно решать следующие задачи [4]:

- защита данных от несанкционированного доступа;
- построение топологических моделей оборудования с возможностью получения на их основе изометрических и трёхмерных изображений;
- определение общих технических характеристик оборудования;
- определение и расчёт характеристик конструктивных элементов оборудования;
- расчёт технико-технологических и конструктивных характеристик поршневых компрессорных агрегатов;
- обработка информации по группе оборудования;
- внесение и обработка результатов технического обслуживания и диагностирования;
- формирование проектной, монтажной, эксплуатационной и ремонтной документации;
- формирование и чтение файлов обмена данными с внешними информационными системами.

Согласно указанным выше требованиям была разработана схема функционирования КП, включающая три основных режима:

- 1 – ввод исходных данных;
- 2 – обработка исходных данных и формирование технической документации;
- 3 – обмен данными с внешними системами (рисунок 1).

Для создания КП, отвечающего предложенной схеме функционирования, с применением методологии системного анализа были разработаны следующие модели и алгоритмы [4]:

- функциональные модели, формализующие целенаправленное воздействие человека на объект исследования и системные связи в процедурах принятия решений по ИЛП жизненного цикла оборудования НХП;
- фреймовые модели представления знаний об оборудовании НХП, отображающие целенаправленное воздействие человека на объект исследования и системные связи между всеми этапами ЖЦ оборудования;
- производственные модели представления знаний об оборудовании на всех этапах ЖЦ, отображающие целенаправленное воздействие человека на объект

исследования и системные связи между нормативно-техническими, конструкционными и технико-технологическими характеристиками оборудования;

- логико-математические алгоритмы, позволяющие рассчитать генерируемый спектр частот и характеристики гасителей пульсаций давления сжимаемой газовой среды в трубопроводах обвязки поршневых компрессоров;

- эвристическо-вычислительные алгоритмы, формализующие интеллектуальные процедуры принятия решений по ИЛП оборудования НХП.

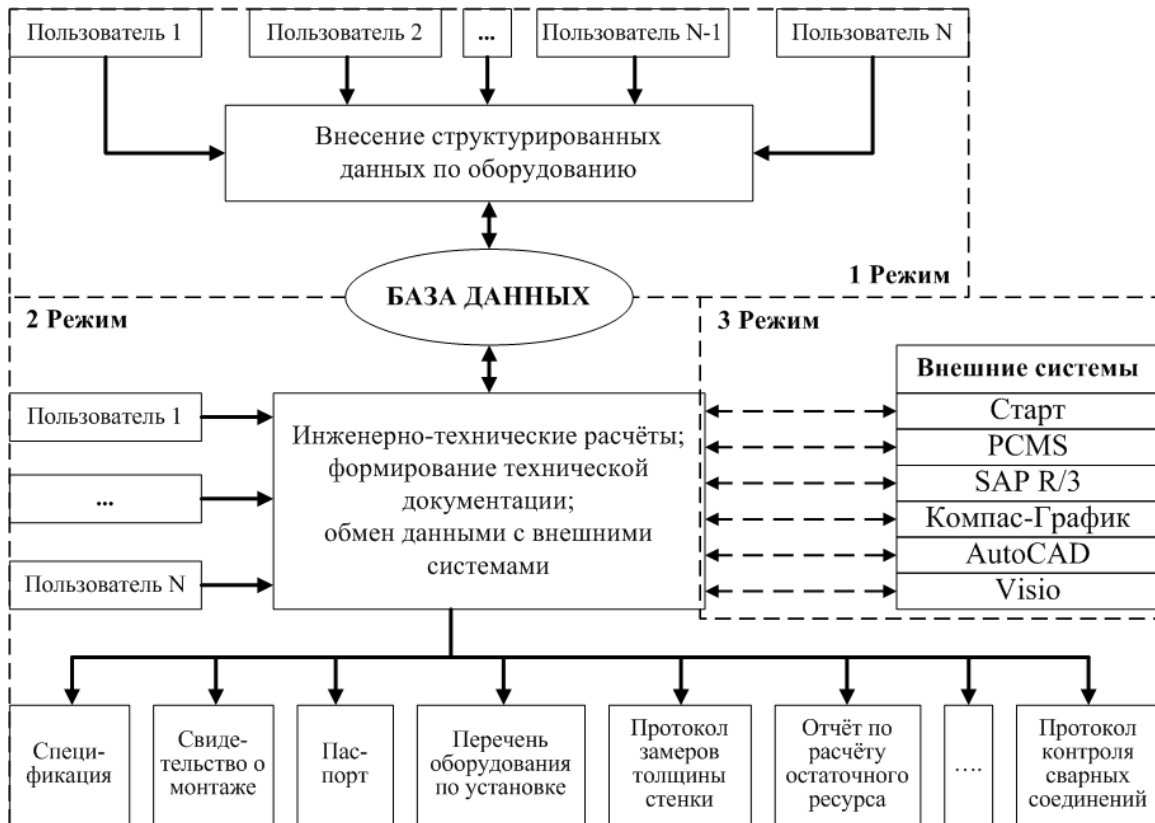


Рисунок 1. Принципиальная схема функционирования КП.

Разработка приведенных выше моделей и алгоритмов позволила осуществить программную реализацию, представленных на рисунке 1 режимов функционирования КП в виде автоматизированной системы (АС) «Трубопровод». Основным отличием АС «Трубопровод» от аналогичных программных систем является наличие двух встроенных графических редакторов:

- редактора изометрических схем трубопроводов (рисунок 2),
- редактора принципиальных схем сосудов (рисунок 3).

Построение изометрических и принципиальных схем оборудования обоими графическими редакторами осуществляется с помощью библиотек графических изображений типовых конструктивных элементов (трубы, отводы, сварные стыки, днища, обечайки, фланцы и т.п.).

При выделении элементов оборудования в редакторах открывается диалоговое окно, позволяющее осуществлять ввод и редактирование характеристик (атрибутов) этих элементов.

Ввод значений характеристик элементов осуществляется в автоматизированном режиме с помощью нормативной базы данных. При копировании элементов одновременно с изображением копируются и значения всех его характеристик.

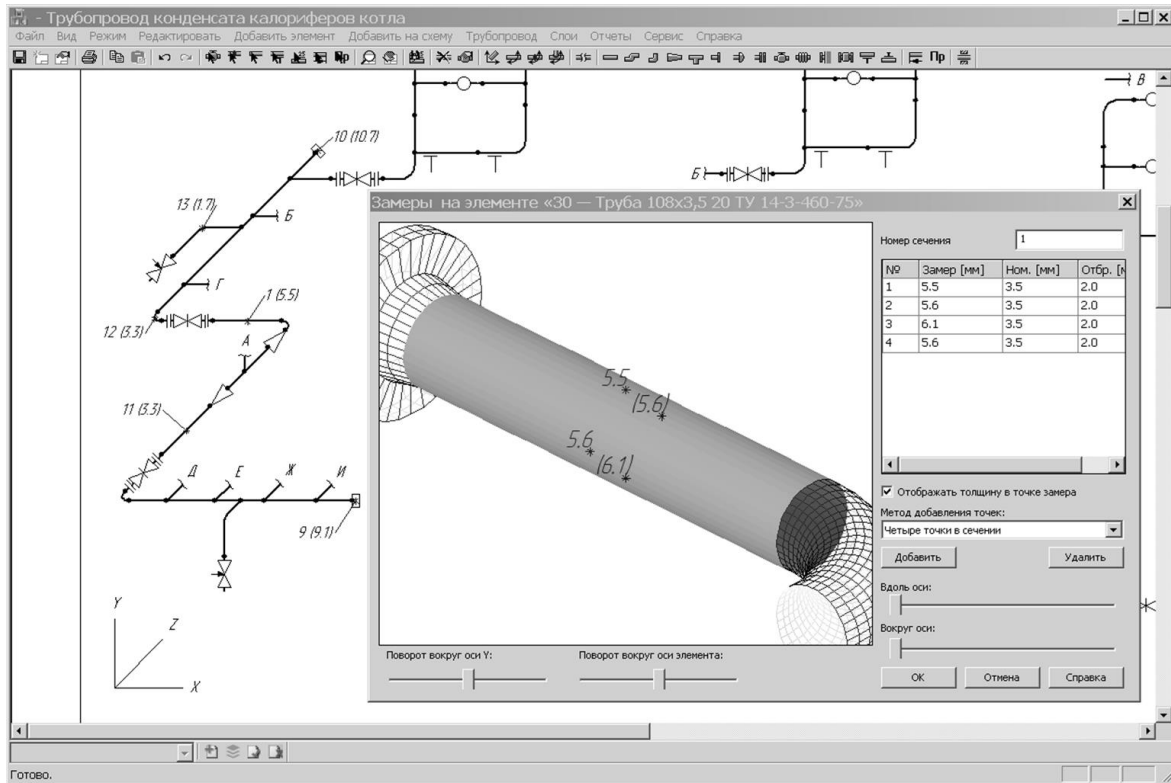


Рисунок 2. Графический редактор схем трубопроводов.

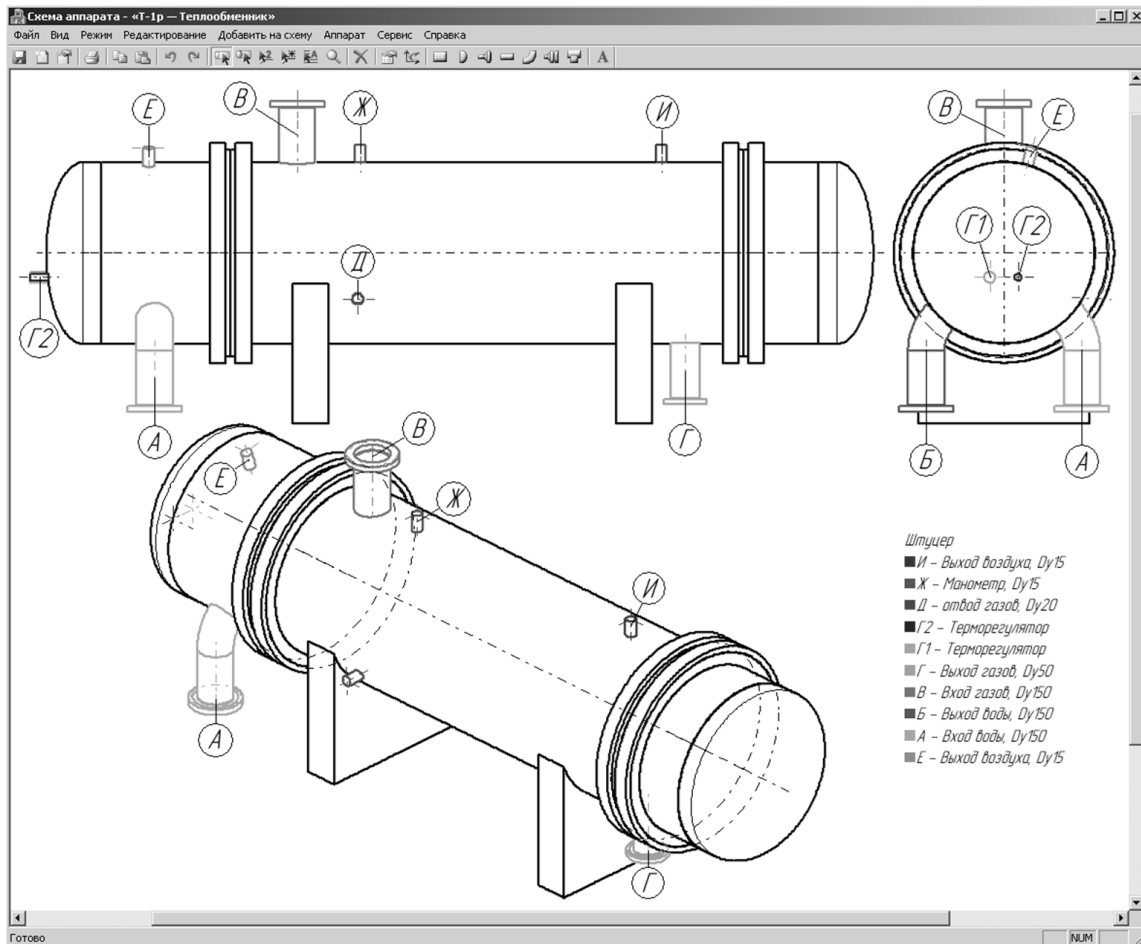


Рисунок 3. Графический редактор схем трубопроводов.

Редакторы позволяют вносить результаты нескольких методов неразрушающего контроля: ультразвуковая толщинометрия; ультразвуковая дефектоскопия; определение твёрдости материала; рентгенографический контроль. При этом ввод результатов указанных методов контроля осуществляется с помощью графической привязки к проконтролированным конструкционным элементам (трубам, отводам, днищам, обечайкам, сварным стыкам). Разработанный комплекс программ позволяет осуществлять оперативное формирование и эффективную работу с интерактивной электронной документацией по оборудованию нефтехимических производств.

Выводы

Указанные особенности АС «Трубопровод» направлены на обеспечение высокого качества ИЛП, а, следовательно – снижение эксплуатационных затрат и повышение промышленной безопасности промышленных предприятий.

Внедрение, применение и сопровождение АС «Трубопровод» будет эффективным только в том случае, если её база данных будет заполнена необходимой информацией по эксплуатируемому оборудованию НХП. Наполнение базы данных АС актуальной паспортной и эксплуатационной информацией является достаточно сложной задачей для самостоятельного решения персоналом НХП, поэтому внедрение и сопровождение АС «Трубопровод» осуществляются по алгоритму, приведённому на рисунке 4 и выполненному в соответствии с методологией функционального моделирования, называемой также Structured Analysis & Design Technique (SADT) [5].

С применением предложенного алгоритма (рисунок 4) осуществлено внедрение АС «Трубопровод» на шести предприятиях нефтехимического профиля, где в настоящее время данный комплекс программ успешно эксплуатируется.

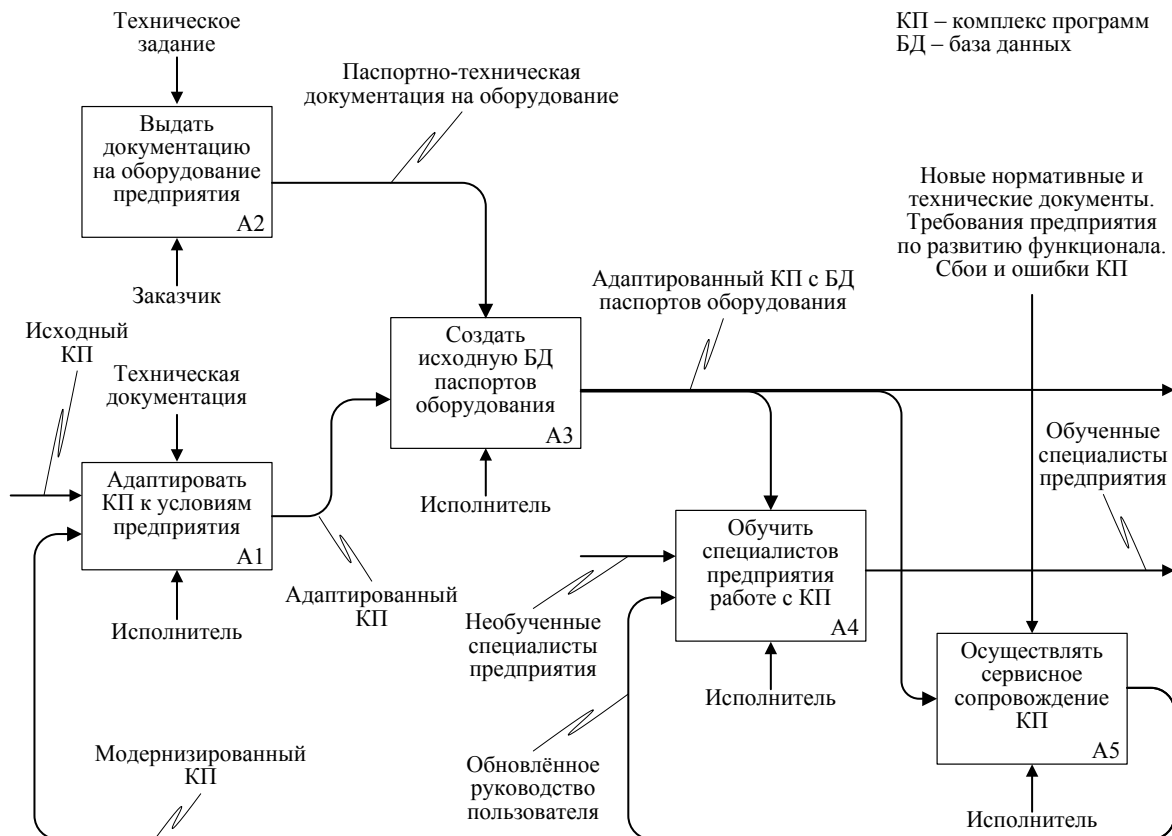


Рисунок 4. Алгоритм внедрения и сопровождения АС «Трубопровод».

Литература

1. Мешалкин В.П. Логистика и электронная экономика в условиях перехода к устойчивому развитию. Москва-Генуя: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2004. 573 с.
2. Мешалкин В.П., Дли М.И. Логистика и управление конкурентоспособностью предприятий нефтехимического комплекса. М.: Химия. 2010. 452 с.
3. ГОСТ Р 53394–2009. Интегрированная логистическая поддержка. Основные термины и определения. Введ. 14.09.09. М.: Стандартинформ, 2010. 23 с.
4. Мошев Е.Р. Информационно-эвристическо-вычислительные модели и алгоритмы принятия решений по интегрированной логистической поддержке трубопроводных систем нефтехимических предприятий: дис. докт. техн. наук. М., 2015. 468 с.
5. Дэвид А. Марка, Клемент МакГоуэн. Методология структурного анализа и проектирования SADT. М.: Метатехнология, 1993. 239 с.

УДК 004.7

ДЕЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В СРЕДЕ ЭЛЕКТРОННОЙ НАУКИ

THE DECENTRALIZATION OF DATA PROCESSING IN THE ELECTRONIC SCIENCE ENVIRONMENT

Фаталиев Т.Х., Мехтиев Ш.А.,
Институт информационных технологий НАНА,
г. Баку, Азербайджан

T.Kh. Fataliyev, Sh.A. Mehdiyev,
Institute of Information Technology of ANAS, Baku, Azerbaijan

e-mail: secretary@iit.science.az

Аннотация. Реализация концепции формирования информационного общества предполагает широкое внедрение информационных технологий во все сферы деятельности современного общества. Идеи и решения по данному вопросу многократно обсуждались на Всемирных саммитах по вопросам информационного общества. В данном контексте дальнейшее прогрессивное развитие и углубление научных исследований и связей предполагают особую роль электронной науки. Сфера применения электронной науки охватывает все этапы исследовательского процесса, включая задачи сбора, хранения, обработки, поиска, анализа и моделирования научных данных. Для этих целей широко используются современные вычислительные методы, инновационные технологии, в результате чего наблюдается экспоненциальный рост научных данных, которые требуют профессионального управления, анализа для приобретения новых знаний и быстрого развития науки. Распространение приложений интернета вещей, критический рост требований к эффективности и производительности решаемых задач сделали необходимыми приближение обработки данных к месту их локализации. В статье рассматриваются актуальные проблемы процессов обработки научных данных, основанные на принципах децентрализации с использованием новейших инновационных технологий в этой области. Были

проанализированы и представлены возможности применения облачных, туманных вычислений, вычислений росы и технологии блокчейн в этом направлении.

Abstract. The implementation of the concept information society forming involves the widespread introduction of information technologies in all areas of modern society. Ideas and solutions on this issue repeatedly discussed at the World Summits on the Information Society. In this context, the further progressive development and deepening of scientific research and connections presuppose the special role of electronic science. The scope of e-science covers all stages of the research process, including the tasks of collecting, storing, processing, searching, analyzing and modeling of scientific data. For these purposes, modern computational methods, innovative technologies are widely used, resulting in an exponential growth of scientific data that require professional management, analysis to acquire new knowledge and the rapid development of science. The spread of the Internet of Things applications, the critical growth of requirements for the efficiency and productivity of the tasks solved made it necessary to migration the data processing closer to the place of their localization. The article discusses the current problems of the processing of scientific data, based on the decentralization principles using the latest innovative technologies in this area. The possibilities of using cloud, fog, dew computing and blockchain technologies in this field are analyzed and presented.

Ключевые слова: электронная наука, большие научные данные, облачные вычисления, туманные вычисления, вычисления росы, блокчейн.

Keywords: e-science, scientific Big data, cloud computing, fog computing, dew computing, blockchain.

Основными целями электронной науки (э-науки) являются организация взаимодействия в виртуальном пространстве коллективов ученых, повышение эффективности научного управления и исследовательских работ, развитие всех областей науки на уровне современных мировых стандартов и интеграция в мировую научную среду [1]. Э-наука предполагают совместную и междисциплинарную работу, в рамках которой ученые помогают исследователям из других областей быстрее и эффективнее проводить свои исследования. Следует отметить, что э-наука тесно связана с инновационным потенциалом информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), в том числе интернет-технологий, интернета вещей (Internet of Things, IoT), киберфизических систем (КФС) и др., которые предоставляют средства и пути решения задач, связанных со сбором научных данных (регистрация), их хранением, обработкой (средства логики и вычисления) и передачей (распространение достигнутых знаний на дальние дистанции).

Методы научных исследований и открытий обычно основаны на исходной гипотезе и модели, которая может быть уточнена на основе собранных данных. Уточненная модель может привести к новому более сложному и точному эксперименту или предыдущей переоценке данных. Еще одной отличительной чертой современных научных исследований является то, что они предполагают широкое сотрудничество между исследователями для решения сложных проблем и использования сложных научных инструментов. Анализ результатов обработки может привести к новым знаниям и новым открытиям, которые также представляются в виде данных. Данные, полученные в ходе последней исследовательской процедуры, в качестве результатов могут быть исходными данными следующей исследовательской процедуры. С этой точки зрения, э-наука поддерживает различные этапы жизненного цикла научных

данных с использованием информационных технологий, таких как сетевые и вычислительные платформы. Эти платформы предоставляют широко распространенные электронные услуги, такие, как хостинг, облачные вычисления, хранилище данных, э-почта, э-библиотека, дистанционное образование, роуминговый сервис (eduroam) и возможности интеграции с международными сетями [2].

Можно предположить, что инфраструктура э-науки является фабрикой по обработке информации, что вписывается в информационно-технологическую концепцию КФС. Это большое количество устройств со встроенными сенсорами, процессорами и средствами хранения данных; интеграция, позволяющая достигнуть наибольшего эффекта путем объединения отдельных компонентов в большую систему; исключение человеческого фактора при принятии решений либо дополнение способностей человека.

В решении вышеперечисленных задач в рамках э-науки в настоящее время широко используются облачные технологии (cloud computing), которые представляют собой централизованную инфраструктуру. Она позволяет собирать и хранить большие объемы информации и, с другой стороны, обеспечивает необходимую вычислительную мощность для обработки этих данных. Однако дальнейшее развитие платформы э-науки в данной среде сталкивается с увеличением числа подключаемых устройств (необходимо учитывать большое число устройств IoT, подключенных на периферии) и, соответственно, с тенденцией роста генерируемых больших научных данных (Big data), приводящих к нагрузкам на интернет-инфраструктуру. Пользователи сталкиваются с дефицитом пропускной способности сетей связи, что в конечном итоге приводит к конфликту ресурсов, росту задержки обработки, потерям, принятию неэффективных решений.

Для эффективного устранения вышеупомянутых проблем возможны новые применения распределенных вычислений, известные теперь, как туманные вычисления (fog computing) и вычисления росы (dew computing), в которых их вычислительные и запоминающие ресурсы используются для локального хранения, предварительной обработки данных, с тем, чтобы можно было снизить нагрузку на сеть, включить локальный анализ. При этом отпадает необходимость отправки всех данных в облако, тем самым повышаются производительность и эффективность, как всей системы, так и устройств, и приложений на периферии, чтобы добиться быстрого процесса принятия решений на основе данных. На рисунке 1 приведена предложенная модель децентрализованных вычислений на основе туманных вычислений и вычислений росы.

Туманные вычисления – это платформа распределенных вычислений и служб хранения информации на терминальных устройствах, а также сетевые службы передачи данных в центры сбора, хранения и обработки данных [3].

Концепция туманных вычислений предусматривает распределённые вычисления и предоставление пользовательских услуг на месте, но выполняются они терминальными устройствами с ограниченными вычислительными и энергетическими ресурсами. Обычно туманные вычисления включаются в локальные сетевые маршрутизаторы и, технически, ограничивают миграцию и мобильность данных до некоторой степени, что приводит к низкой задержке, эффективности системы и экономии пропускной способности магистрали.

Однако значительным недостатком облачных и туманных вычислений является зависимость от наличия подключения к интернету. Как показывает развитие средств и методов ИКТ, весьма перспективным направлением в инфраструктуре э-науки является применение вычислений росы, которые обеспечивают возможность доступа к данным без постоянной доступности интернета [4].

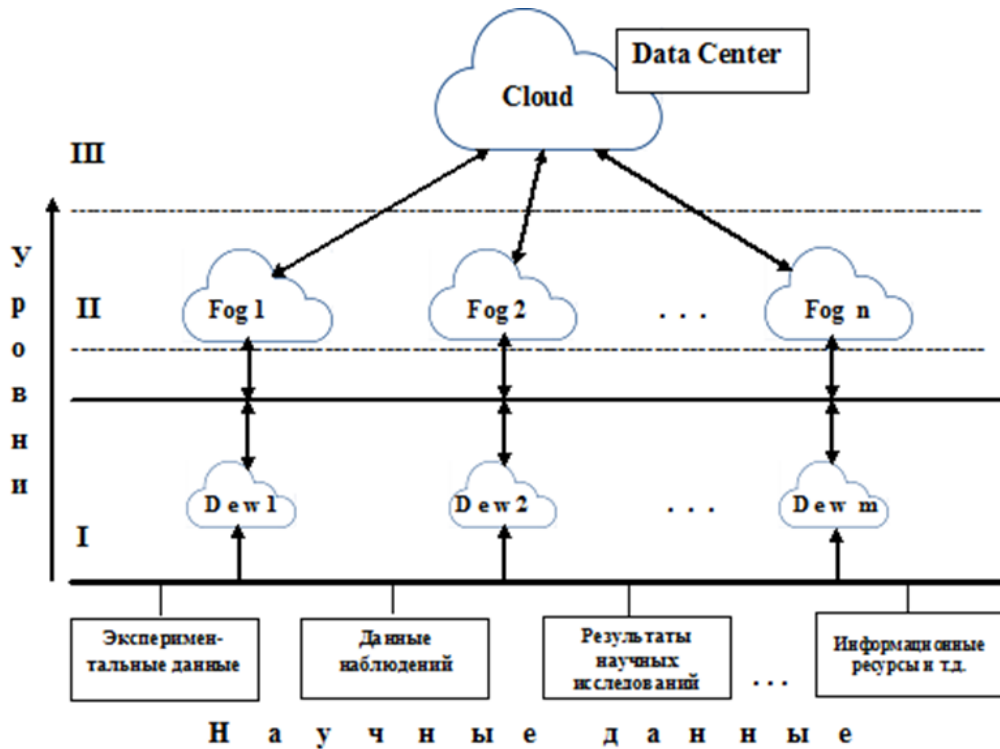


Рисунок 1. Модель децентрализованных вычислений в среде э-науки.

Идея вычислений росы заключается в том, чтобы максимально использовать ресурсы перед передачей обработки на облачный сервер. Например, обработка сигналов (температуры, вибрации, потребляемой мощности) с датчиков гипотетического двигателя компрессора дает преимущество мгновенного определения текущего состояния компрессора и возможность осуществить неотложные меры по недопущению аварийных ситуаций. В то же время глубинный анализ данных датчиков, собранных за определенный период времени и осуществляемый на централизованном сервере, где хранятся и обрабатываются петабайты данных, позволяет строить модели сбоев и предпринять меры по улучшению конструкции или же прогнозированию профилактических мероприятий.

Еще одной перспективной технологией децентрализации ресурсов в среде э-науки может стать технология блокчейн (blockchain). Сам термин блокчейн означает «цепь блоков». Блок – это информационный пакет, который содержит в себе все старые сведения и часть новых. А вся цепь – это некая база данных, распределенная между всеми участниками и работающая без централизованного органа [5]. Отсутствие централизации – ключевой элемент технологии. Все данные содержатся на компьютерах пользователей. Поэтому возможность взлома, какого-либо вмешательства или блокировки блокчейна стремится к нулю. Система устроена так, что все участники постоянно могут проверять сведения, которые поступают к ним. В конечном итоге любая операция проходит проверку на целостность и достоверность хранящихся в сети материалов. Обновленная информация основывается на уже проверенной старой и записывается в конец цепи поверх неё. Если изменить какую-то часть материалов, например, путем взлома, то это приведёт к изменению цепи информации, и ошибка станет видна всем участникам. А изменить данные сразу, например, на множестве компьютеров очень сложно и дорого. Именно этим и гарантируется актуальность, точность и безопасность сведений. Таким образом, блокчейн – это способ поддержания копий базы данных в одинаковом и неизменном состоянии между участниками, которых может быть неограниченное количество и которые не доверяют друг другу.

Рассмотренные вышеизложенные особенности технологии блокчейн – децентрализованная инфраструктура и одноранговая природа – могут быть использованы в различных областях и приложениях. Анализ различных источников показывает, что вариантов использования технологии блокчейн стало значительно больше и не ограничивается только транзакциями криптовалют. Например, в США – это пилотный проект для безопасного онлайн обмена личными данными о здоровье, в Эстонии – это система управления медицинской информацией, в Швейцарии – это цифровая идентификация и т. п. Наряду с применением блокчейна в различных областях, особый интерес представляют приложения технологии блокчейн в науке для решения ее специфических проблем. Некоторые из них рассматриваются ниже.

В работе [6] показано, что технология блокчейн может сделать научную деятельность открытой на всех стадиях ее проведения (рисунок 2).

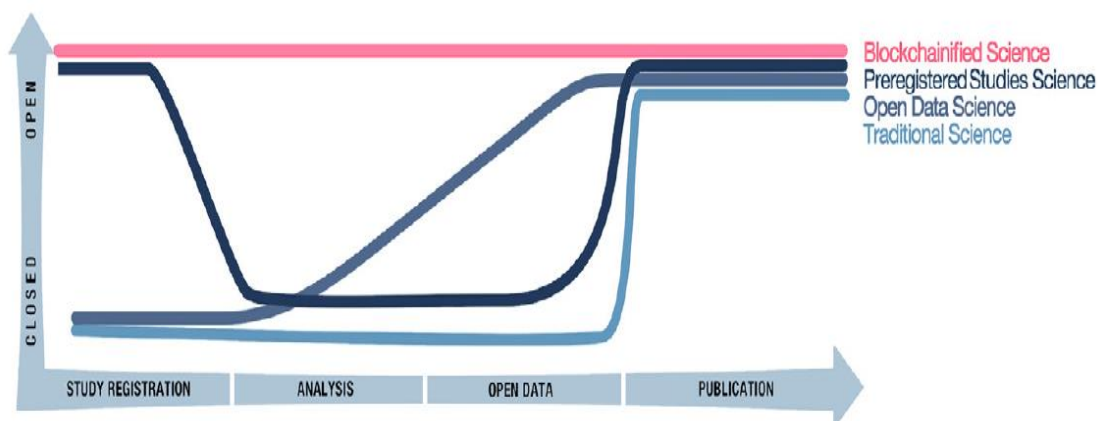


Рисунок 2. Эффективность применение блокчейна в научной деятельности.

Как было отмечено, области исследований начинаются со сбора или обнаружения исходных данных.

Результаты исследований, проведенных по определенной методике, становятся доступными только на момент публикации. Все, что происходит до этого, например, сбор и анализ данных, рецензирование и т.д., не является прозрачным. Это отсутствие прозрачности приводит к проблемам, связанных с воспроизводимостью, то есть неспособности исследователей воспроизводить эксперименты для подтверждения выводов, сделанных в научных работах.

Другой проблемой являются возможные недостатки существующей системы изданий научных журналов [7].

Некоторые издатели журналов в погоне за наукометрическими показателями могут допустить:

- появления новых статей в уже опубликованных выпусках;
- изменения количества авторов и их аффилиаций в уже опубликованных статьях;
- изменения списков цитирования.

Технология блокчейн способна решить указанные проблемы.

В работе [8] приведена способность «нотариального заверения» блокчейна, когда исследователи могут публиковать идеи, результаты исследований и т.п., чтобы доказать свое существование в определенный момент времени. Блокчейн сделает неизменными данные исследований и предотвратит попытки манипуляции.

Следует отметить, что свойства блокчейна, как децентрализованный алгоритм консенсуса и криптография, при обработке научных данных обеспечат:

- целостность, безопасность и конфиденциальность данных;
- предотвращение угроз;
- анализ данных в реальном времени;
- управление обменом данными;
- прогнозирование.

Технология блокчейн непрерывно развивается и может внести существенный вклад в депонирование рукописей, управление персоналом, принятие коллективных решений, экспертные оценки, информационную безопасность и др.

Выводы

В сфере применения э-науки наблюдается существенный рост объема научных данных, которые собираются, обрабатываются, хранятся и передаются с целью приобретения знаний.

Для решения проблем больших научных данных перспективным направлением остаются облачные технологии. Технологии туманных вычислений и вычислений росы позволяют приблизить процессы обработки данных к источникам их возникновения и тем самым увеличить эффективность и производительность процессов обработки и принятия решений.

С другой стороны, внедрение технологии блокчейн приводит к управлению научными данными в новом качестве, открывая возможности для решения конкретных проблем науки.

Литература

1. Фаталиев Т.Х. Электронная наука: состояние и перспективы развития в Азербайджане // Телекоммуникации. 2016. №8. С. 41-48.
2. Фаталиев Т.Х, Мехтиев Ш.А. Некоторые вопросы безопасности киберфизических корпоративных систем // III-я Республиканская конференция по информационной безопасности. Баку, ИИТ. 2017. С. 34-36.
3. Stojmenovic I., Wen Sh. The fog computing paradigm: scenarios and security issues // 2014 Federated Conference on Computer Science and Information Systems. IEEE, 2014. pp. 1-8.
4. Brezany P., Ludeschery T., and Feilhauer T. Cloud-dew computing support for automatic data analysis in life sciences // 40th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO). IEEE, 2017. pp. 365-370.
5. Zheng Z. et al. Blockchain challenges and opportunities: a survey // Work Pap. 2016. pp. 1-25.
6. Rossum J.V. Blockchain for research. Perspectives on a new paradigm for scholarly communication // Digital Science Report. 2017. pp. 2-12.
7. Тарханов И.А., Фомин-Нилов Д.В. Обеспечение аутентичности научных публикаций с помощью блокчейн // 7-я конференция «Научное издание международного уровня – 2018: редакционная политика, открытый доступ, научные коммуникации». 2018. С. 133-138.
8. Bartling S. Blockchain for science and knowledge creation // Gesundheit digital. Springer, Berlin, Heidelberg. 2019. pp.159-180.

УДК 004:658

**РАЗРАБОТКА КОНФИГУРАЦИИ СКУД
НА ПЛАТФОРМЕ 1С: ПРЕДПРИЯТИЕ**

**DEVELOPMENT OF ACCESS CONFIGURATION
ON PLATFORM 1С: ENTERPRISE**

Суфиянов Э.З., Головина Е.Ю.,
Уфимский государственный нефтяной технический университет, филиал в г. Салавате,
ул. Губкина, 22б, г. Салават, Республика Башкортостан, 453250, Россия

E.Z. Sufyanov, E.Yu. Golovina,
Ufa State Petroleum Technological University, Branch in the Salavat, Gubkin Str., 22b,
Salavat, Republic of Bashkortostan, 453250, Russia

e-mail: elnar.sufianov97@gmail.com

Аннотация. Сегодня трудно представить предприятие без системы контроля и управления доступом (СКУД). СКУД обеспечивает разграничение и контроль доступа в определённое помещение, учёт рабочего времени сотрудников и работы службы охраны, проведение расчетов зарплаты сотрудников, ведение базы посетителей и сотрудников. Наряду с традиционным штатом сотрудников охраны, занимающихся выполнением функции контроля доступа на территорию предприятия, используются различные технические системы. Система контроля и управления доступом – это элемент системы безопасности, созданный на основе технических устройств и электронных систем управления, объединённых в единую сеть, работающую на специально разработанном программном обеспечении. Актуальность установки специальной технической системы контроля доступа сегодня ни у кого не вызывает сомнений. На сегодняшний день система контроля и управления доступом является неотъемлемым элементом инфраструктуры современного предприятия. Кроме этого, система контроля доступа позволяет автоматически контролировать не только вход людей в здание, но и выход из него, являясь эффективным средством не только защиты от проникновения посторонних лиц на территорию объекта, но и автоматизировать учёт рабочего времени сотрудников организации. Точный учёт рабочего времени необходим для безошибочного расчета заработной платы сотрудников предприятия.

Abstract. Today it is difficult to imagine an enterprise without an access control system (ACS). The access control system provides for the separation and control of access to a specific room, the accounting of employees 'working hours and security service, the calculation of employees' salaries, maintaining a database of visitors and employees. Along with the traditional staff of security officers involved in the implementation of the function of controlling access to the territory of the enterprise, various technical systems are used. The access control system is an element of the security system created on the basis of technical devices and electronic control systems integrated into a single network operating on specially developed software. The urgency of installing a special technical access control system today, no one in doubt. Today, the access control system is an integral element of the modern enterprise infrastructure. In addition, the access control system allows you to automatically control not only the entrance of people into the building, but also the exit from it, being an effective means of not only protecting against the intrusion of unauthorized persons into the

territory of the object, but also automating the accounting of the working time of the organization's employees. Accurate accounting of working time is necessary for error-free payroll of company employees.

Ключевые слова: информационная система, СКУД, пропускной пункт, табель, учёт рабочего времени.

Keywords: information system, ACS, check point, report card, accounting of working hours.

На каждом предприятии любой степени важности и размера его производства присутствует контроль доступа работников на предприятие. Правильно спроектированная и установленная система пропускного режима на предприятиях позволяет:

- управлять доступом на территорию предприятия;
- идентифицировать лицо, имеющее доступ;
- вести учёт рабочего времени сотрудников;
- вести базу посетителей;
- произвести интеграцию с системами пожарной безопасности и видеонаблюдения.

СКУД работает по принципу сравнения идентификационных признаков, заложенных в систему и признаков, принадлежащих конкретному лицу или объекту.

Система СКУД состоит из оборудования и технических приспособлений, которые предназначены для ограничения и регистрации передвижения людей или транспорта через проходные точки.

Каждый сотрудник получает карту доступа, содержащий уникальный код, присваиваемый при выдаче карты. При проходе на охраняемую территорию происходит считывание кода с карты с помощью специальных считывающих устройств. Информация о сотруднике передается в систему, где происходит сравнение кодов карты и кода, существующего в системе, и дается сигнал, разрешающий или запрещающий доступ сотрудника на территорию.

В качестве преграждающих устройств могут использоваться:

- электрзащелки;
- электромагнитные замки;
- электромеханические замки;
- турникеты;
- шлюзовые кабины;
- ворота и шлагбаумы;
- автоматические дорожные барьеры.

Индикатор – базовый элемент контроля доступа, хранящий код для определения прав владельца. В качестве индикаторов выступают карточки, брелоки и метки. Могут быть бесконтактные карты, карты с магнитной полосой, также индикатором может быть код, вводимый на клавиатуре или биометрические признаки человека (отпечаток пальца, рисунок сетчатки, рисунок радужной оболочки глаза, трехмерное изображение лица).

Центром СКУД является контроллер, так как именно данное устройство определяет, пропускать владельца карты или нет. Контроллер хранит коды карт со списком прав доступа.

На рынке имеется большое количество СКУД, такие как ОРИОН ПРО, Sigur, PERCo и т.д. Также на предприятиях используются ERP-системы. Например, для

расчета заработной платы сотрудников, работающих по почасовой оплате труда очень важно знать точное время прихода и ухода сотрудников. Без СКУД табель учета рабочего времени ведет охранник, находящийся на пропускном пункте и записывая время прихода и ухода каждого сотрудника. Главным минусом ручного оформления табеля учета рабочего времени являются ошибки, связанные с человеческим фактором. Ошибки грозят проведением административных мероприятий по отношению к охраннику.

Предлагается создание конфигурации на платформе 1С: Предприятие, т.к. данная платформа открыта, имеет встроенный понятный язык программирования, имеет возможность использования штрих-кодов или QR-кодов для идентификации сотрудников предприятия.

В документ, разработанный в конфигурации СКУД, для выдачи пропуска сотруднику нужно выбрать сотрудников из справочника, объект доступа (рисунок 1). Номер пропуска и дата заполняются автоматически.

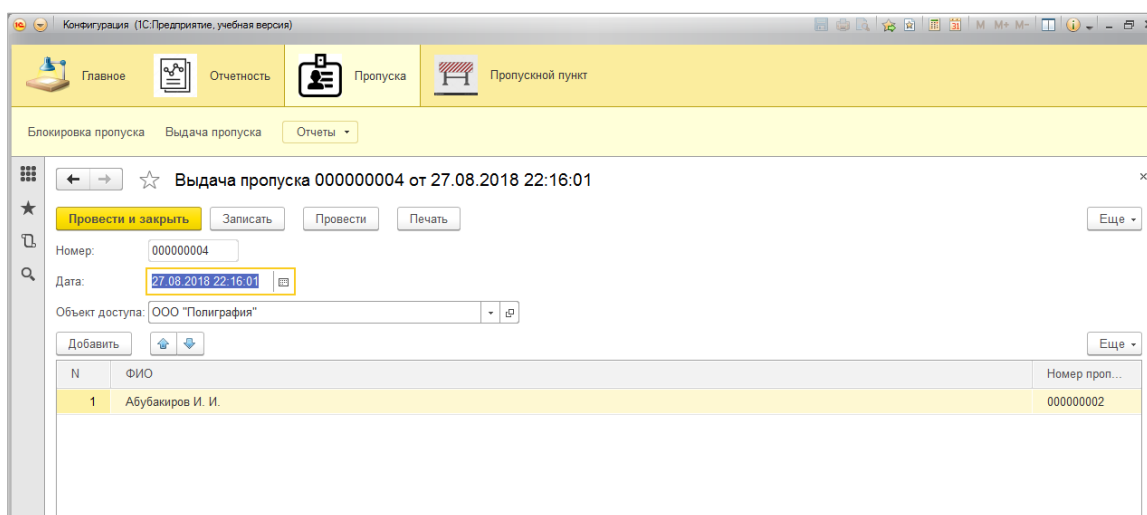


Рисунок 1. Выдача пропуска.

Также существуют документы для блокировки пропуска (рисунок 2).

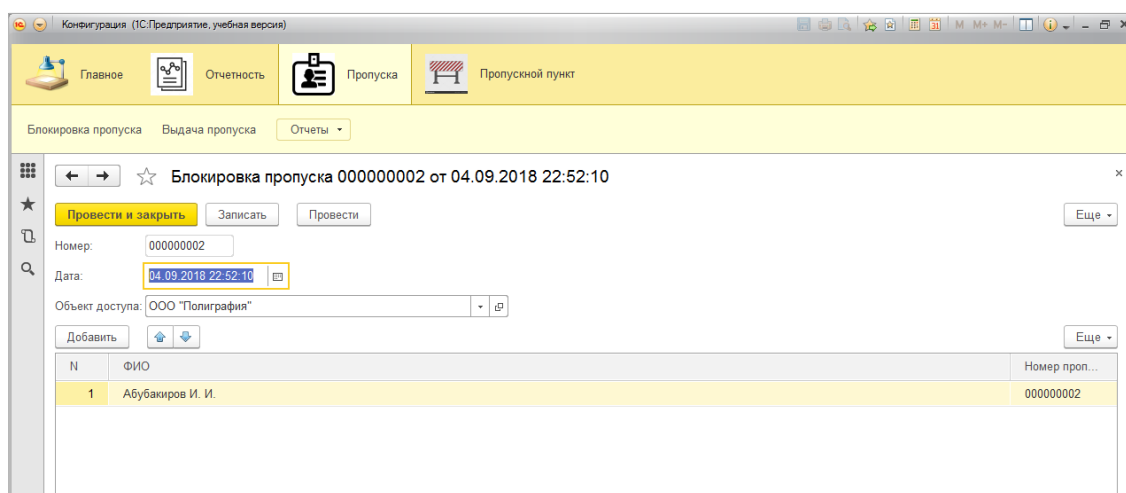


Рисунок 2. Блокировка пропуска.

После выдачи пропусков можно просмотреть отчет по активным пропускам (рисунок 3).

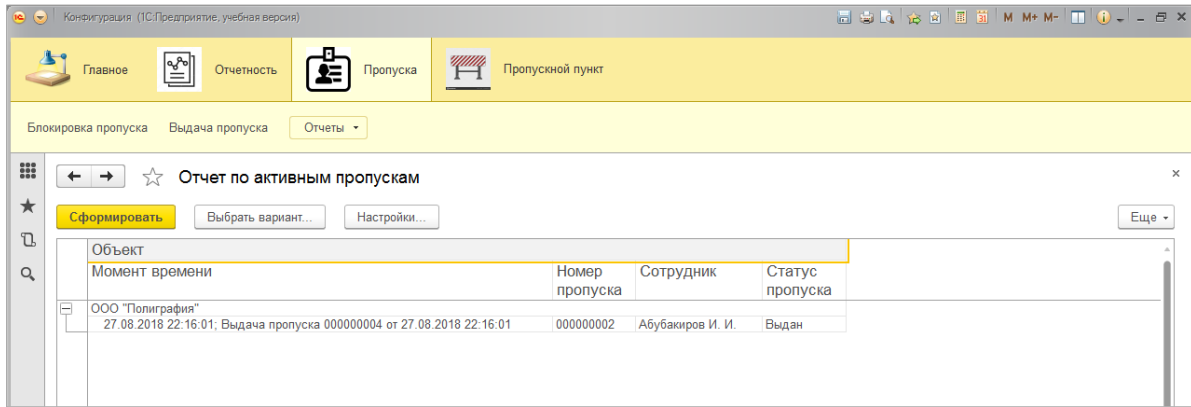


Рисунок 3. Отчет по активным пропускам.

При прохождении сотрудниками пропускного пункта данные записываются в регистр, затем можно сформировать отчет по посещениям (рисунок 4).

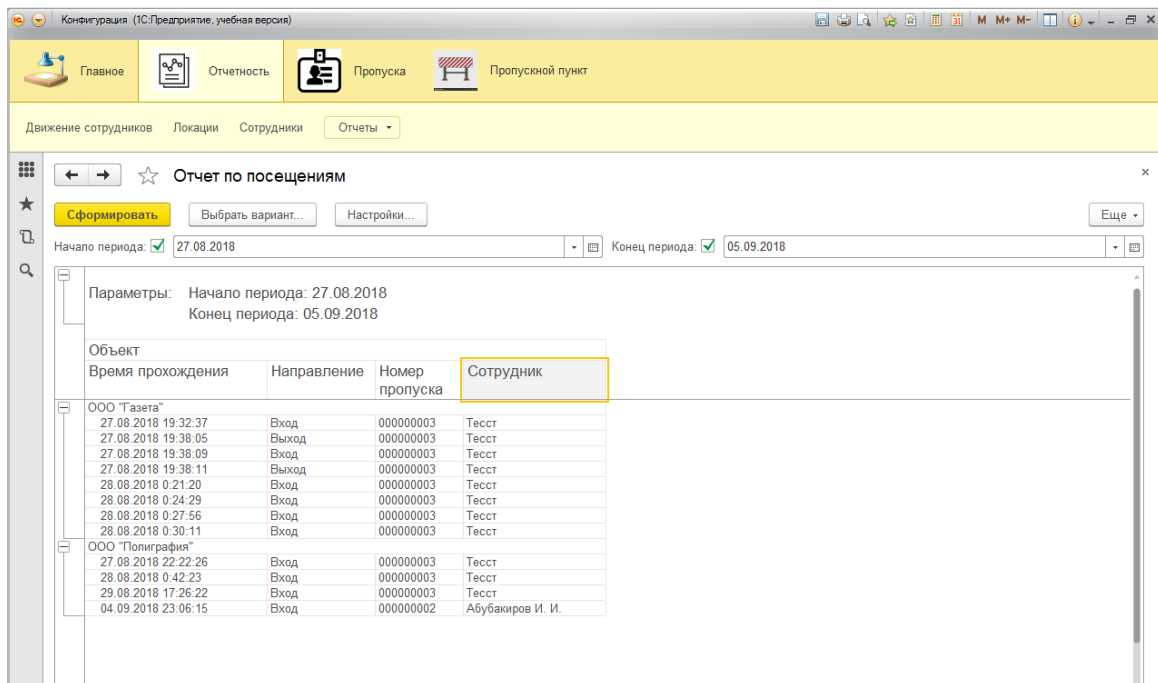


Рисунок 4. Отчет по посещениям.

Выводы

В результате внедрения СКУД на предприятии повысится прозрачность ведения процесса, т.е. руководство предприятия будет иметь возможность контролировать и управлять процессом контроля доступа на территорию, и уменьшатся ошибки в табелях учета рабочего времени сотрудников.

Литература

1. Головина Е.Ю., Левина Т.М. Вопросы оценки информационной безопасности на объектах нефтегазовой отрасли // Стратегия развития и инноваций: материалы научно-практической конференции посвященной 70-летию ООО «Газпром нефтехим Салават», Уфа: Изд-во УГНТУ. 2018, с.149.

2. Компьютеры. Вчера, сегодня, завтра. Головина Е.Ю., Полянская В.И. // В сборнике: Физика конденсированного состояния и ее приложения. Сборник трудов Всероссийской научно-практической. Ответственный редактор – О.В. Ахметова. 2018. С. 151-155.

3. Головина Е.Ю., Батршина З.Р. Автоматизированная система рейтинговой оценки преподавателей кафедры // В сборнике: Наука. Технология. Производство – 2017. Прикладная наука как инструмент развития нефтехимических производств. Материалы Международной научно-технической конференции, посвященной дню Химика и 40-летию кафедры химико-технологических процессов Филиала Уфимского государственного нефтяного технического университета в г. Салавате. 2017. С. 425-428.

4. Головина Е.Ю., Васильев И.С. «Программы-вымогатели» как основная угроза информационной безопасности предприятия // В сборнике: Материалы конференций ГНИИ «Нацразвитие». Август 2018. Сборник избранных статей. 2018. С. 107-109.

УДК 004.62

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ

AUTOMATION SEARCH FOR THE OPTIMAL DEVELOPMENT SYSTEM OPTION

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

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

e-mail: AbdrakhmanovaEK@ufanipi.ru

Аннотация. Представлен подход поиска оптимального варианта системы разработки, который заключается в создании большого количества вариантов для гидродинамического моделирования, расчёта показателей разработки в гидродинамическом симуляторе, получении экономических показателей и выбора системы разработки с максимальными показателями экономической эффективности. Однако для сопоставления между собой нескольких вариантов систем разработки необходимо создание набора гидродинамических моделей, отличающихся друг от друга входными данными. Ручная процедура создания такого количества вариантов непродуктивна ввиду больших затрат времени, поэтому вопрос автоматизации формирования набора моделей с различными значениями параметров для дальнейшего расчета приобретает важное значение. В связи с этим разработан инструмент для автоматической генерации набора секторных моделей на основе входных данных. После расчета моделей в гидродинамическом симуляторе полученные показатели разработки загружаются в экономическую модель, затем выбирается та система разработки, для которой чистый дисконтированный доход будет максимальным.

Abstract. The approach of the search for the optimal development system option is presented, it is based on creating a large number of options for hydrodynamic modeling, calculating development parameters in a hydrodynamic simulator, obtaining economic indicators and choosing a development system with maximum indicators of economic efficiency. However, to compare several variants of development systems, it is necessary to create a set of hydrodynamic models that differ from each other in the input data. The manual procedure for creating such a number of options is unproductive due to the time consuming, so the issue of automating the formation of a set of models with different parameter values for further calculation becomes important. Thus a software module has been developed for the automatic generation of a set of sector models based on input data. After calculating the models in the hydrodynamic simulator, the obtained development indicators are loaded into the economic model, then the development system is selected for which the net present value will be maximum.

Ключевые слова: система разработки, гидродинамическое моделирование, гидродинамический симулятор, секторная модель, чистый дисконтированный доход.

Keywords: development system, hydrodynamic modeling, hydrodynamic simulator, sector model, net present value.

Применение современных компьютерных решений позволяет проводить многовариантное моделирование систем разработки и анализ влияния входных данных на результаты расчётов, выбирать лучший вариант разработки из рассмотренных на основе заданных критериев.

Основным инструментом, который позволяет выполнять многовариантную оценку разработки объекта, является гидродинамическое моделирование. Для проведения гидродинамического моделирования и оптимизации параметров был выбран гидродинамический симулятор «РН-КИМ».

Задача поиска оптимального решения заключается в формировании большого количества вариантов, расчёта показателей разработки, загрузки рассчитанных показателей в экономическую модель и выбора системы разработки с максимальными показателями экономической эффективности (рисунок 1).

В качестве входных данных выбраны такие параметры, как ОФП в системах «вода-нефть» и «нефть-газ», параметры условий залегания пласта, фильтрационно-емкостные свойства пласта и физико-химические свойства флюидов, соотношение ГНТ и ННТ, параметры сетки моделирования, параметры длительности расчета, параметры системы разработки и т.д.

Однако для сопоставления между собой нескольких вариантов систем разработки необходимо создание набора гидродинамических моделей, отличающихся входными данными.

Ручная процедура создания такого количества вариантов непродуктивна ввиду больших затрат времени, поэтому вопрос автоматизации формирования набора моделей с различными значениями параметров для дальнейшего расчета приобретает важное значение.

В связи с этим рассмотрена задача о создании модуля для генерации набора секторных моделей на основе заданной таблицы с основными параметрами пласта, сетки модели, скважин и системы разработки.

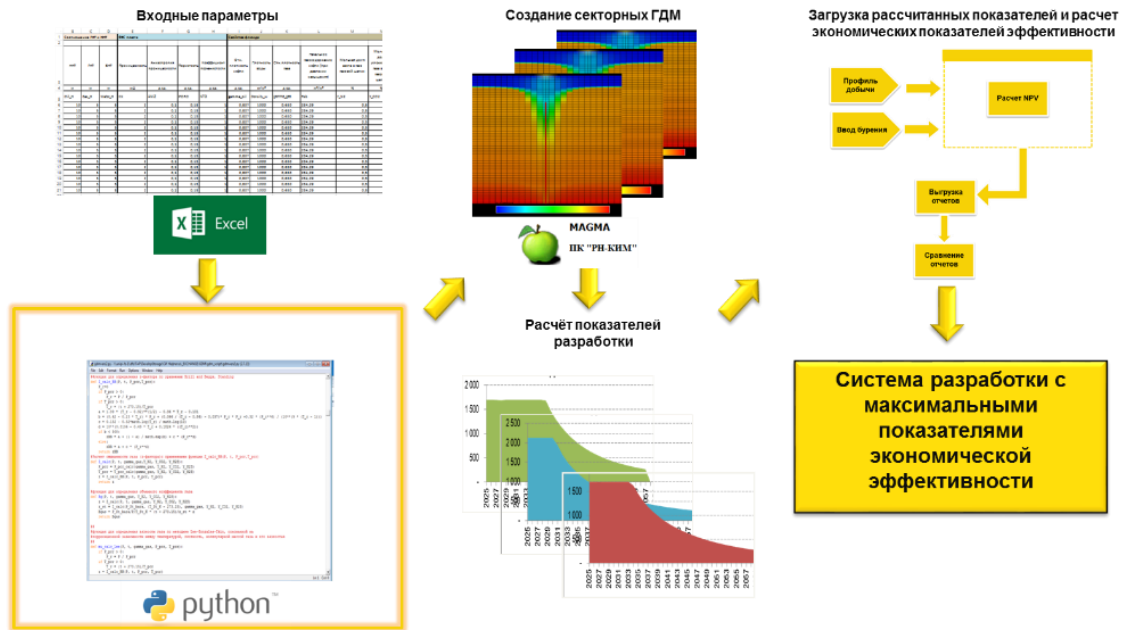


Рисунок 1. Принципиальная идея поиска оптимального варианта системы разработки.

Данная задача является составной частью задачи поиска оптимального решения. На рисунке 2 представлена принципиальная схема работы модуля для генерации моделей.

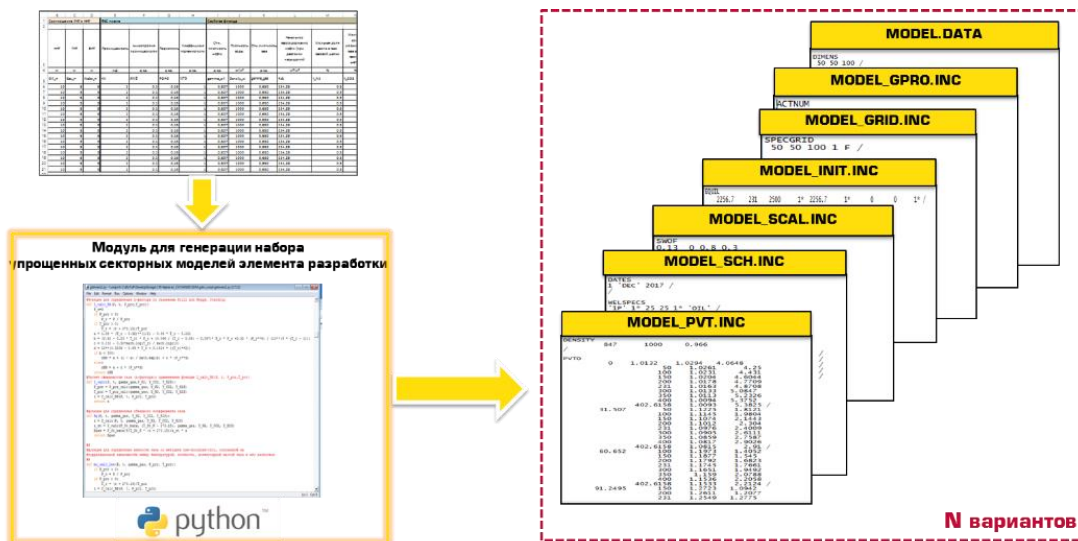


Рисунок 2. Принципиальная схема работы модуля для генерации моделей.

Создание модуля для генерации секторных моделей основано на модульном программировании, которое заключается в организации программы как совокупности небольших независимых блоков, называемых модулями.

Для написания модуля был выбран язык программирования Python. Выделены три основных независимых модульных блока (рисунок 3):

- модуль ОФП;
- модуль PVT;
- модуль SCHEDULE.

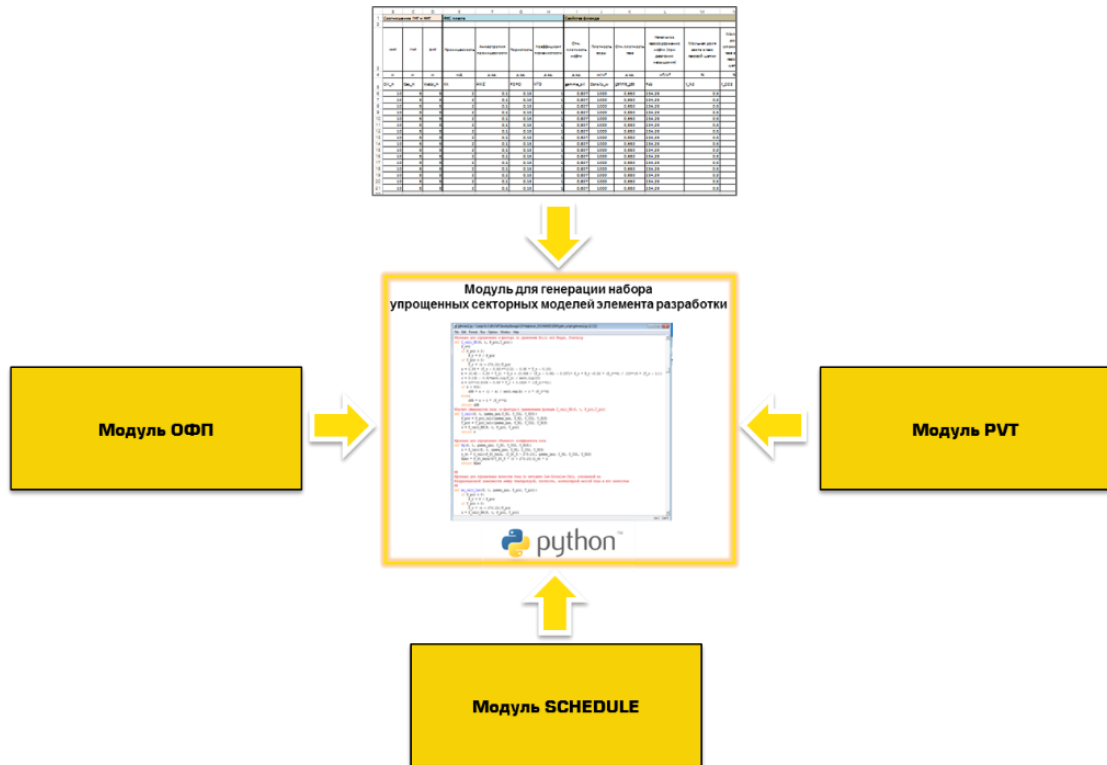


Рисунок 3. Модуль для генерации упрощенных секторных моделей.

Использование данного направления программирования позволяет упростить тестирование программы и обнаружение ошибок, зависимые подзадачи могут быть строго отделены от других подзадач, что улучшает мобильность создаваемых программ.

Каждому модулю соответствует своя функциональность.

Модуль SCAL осуществляет создание таблиц зависимости относительных фазовых проницаемости систем вода-нефть и нефть-газ SWOF и SGOF на основе корреляции Кори и предназначен для создания секции SCAL. Для формирования секции SCAL основной модуль будет обращаться к функциям и входным данным.

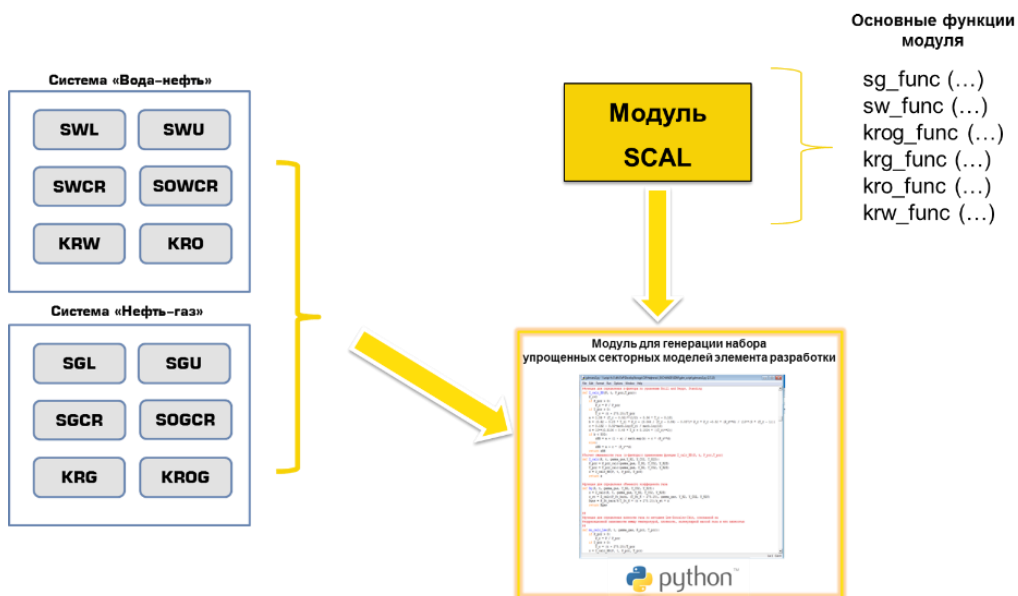


Рисунок 4. Модуль SCAL для ОФП

Модуль PVT осуществляет создание PVT-таблиц (PVDG, PVTO) для гидродинамических моделей на основе корреляций. Полученные таблицы были сопоставлены с расчетами по соответствующим корреляциям в ПК Ecrin. MAPE (средняя абсолютная ошибка в процентах) составила не более 2%.

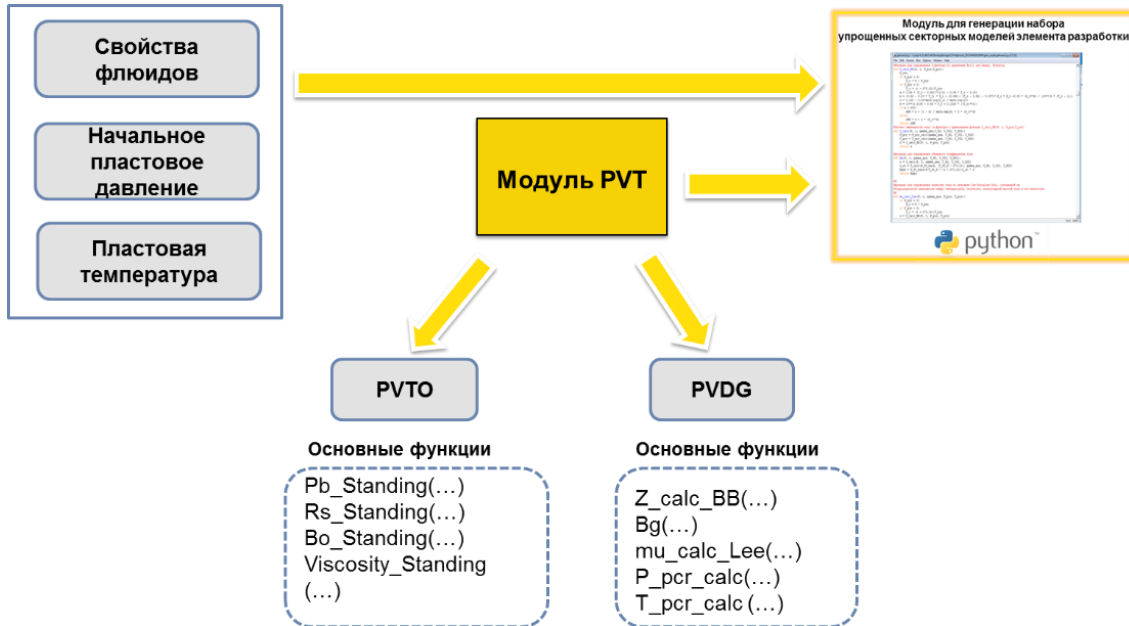


Рисунок 5. Модуль PVT.

При создании секции SCHEDULE возможно задание всех параметров, входящих в эту секцию, в частности, заканчивания скважин, интервала перфорации (отступ от газонефтяного контакта и отступ от водонефтяного контакта), размещения скважин, плотности сетки скважин, длины ГС.

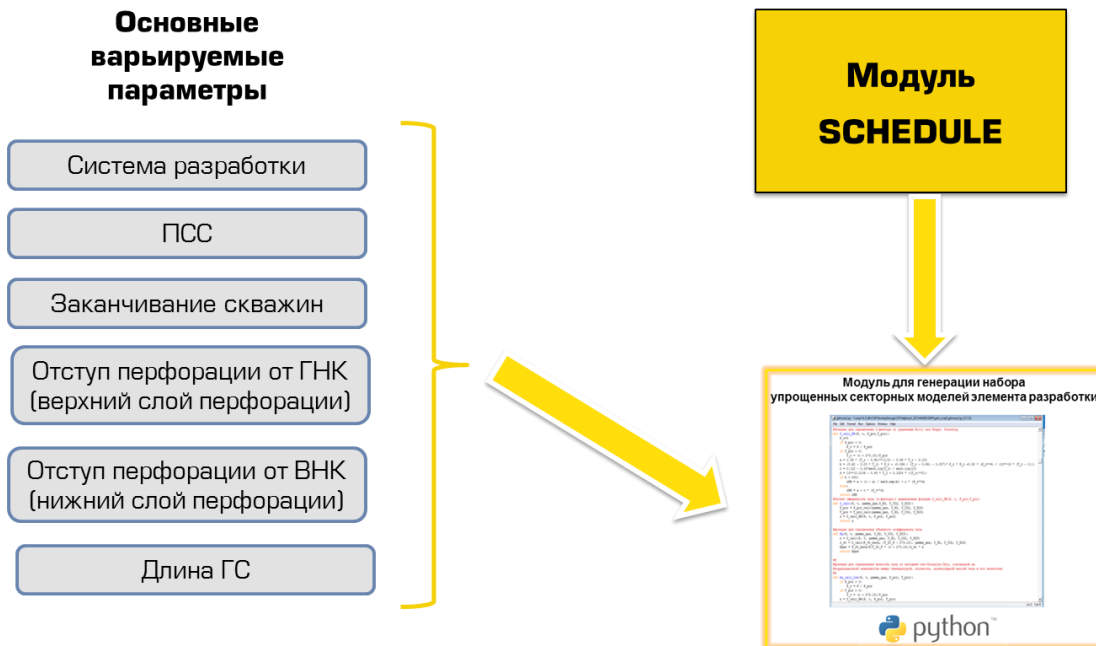


Рисунок 6. Модуль SCHEDULE.

После расчета гидродинамических моделей в симуляторе «РН-КИМ» необходимо с учётом полученных профилей добычи рассчитать показатели экономической эффективности.

Критерием выбора варианта разработки может являться максимальный чистый дисконтированный доход.

Выводы

Приведенный подход позволяет автоматизировать процедуру выбора системы разработки для заданных геолого-физических условий путем перебора различных параметров системы разработки в заданном диапазоне. Кроме того, подход позволит выбрать оптимальный, экономически привлекательный вариант разработки. Для его реализации создан модуль для генерации набора секторных моделей элемента разработки на заданных параметрах, который позволяет сократить временные затраты на генерацию секторных моделей.

УДК 004.896

ПРИМЕНЕНИЕ ДЕРЕВЬЕВ РЕШЕНИЙ ПРИ ДИАГНОСТИКЕ ОБОРУДОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИКИ

THE USE OF DECISION TREES IN THE DIAGNOSIS OF ENERGY EQUIPMENT

Кильчанов С.В., Коротченков М.В., Щербатов И.А.,
ФГБОУ ВО НИУ МЭИ «Национальный исследовательский университет
Московский Энергетический институт»,
г. Москва, Российская Федерация

S.V. Kilchanov, M.V. Korotchenkov, I.A. Shcherbatov,
FSBEI NPE NRU MPEI “National Research University
Moscow Power Engineering Institute”,
Moscow, Russian Federation

e-mail: KilchanovSV@mpei.ru

Аннотация. Развитие энергетики в направлении создания «умных сетей» является стратегическим направлением деятельности большинства энергетических компаний в мире. Сегодня для таких компаний и энергетики в целом очень важно заранее выявить причины, по которым произошла авария, и предсказать дальнейший режим работы энергетического оборудования. Сейчас в России появляются объекты умной энергетики, для которых целесообразно реализовать алгоритмы, позволяющие на ранних стадиях функционирования оборудования выявить возможные дефекты, отказы и нештатные ситуации, а также показать пути их дальнейшего устранения. Для разработки таких алгоритмов проанализированы различные способы обработки больших данных, выявлены недостатки и построены алгоритм диагностики энергетического оборудования с использованием деревьев решений. В статье приведен обзор систем анализа больших данных и построения деревьев решений для диагностики объектов, входящих в системы умной энергетики и энергетического

оборудования, в частности составлены деревья решений на основе выявленных основных причин отказов энергетического оборудования по алгоритму CART-модели, C5-модели. Этот алгоритм в будущем может найти практическое применение на объектах умной энергетики, что позволит повысить надежность, устойчивость, стабильность работы различного оборудования.

Abstract. Development of power in the direction of creation of Smart grid is strategic activity of most the energy companies all over the world. Today for such companies and power in general it is very important to establish in advance the reasons for which there was an accident and to predict a further operating mode of the power equipment. Now in Russia there are objects of Smart grid for which it is expedient to realize the algorithms allowing to reveal possible defects, refusals and emergency situations and also to show ways of their further elimination at early stages of functioning of the equipment. For development of such algorithms various ways of processing of big data are analysed, shortcomings are revealed and constructed an algorithm of diagnostics of the power equipment with use of trees of decisions. The review of systems of the analysis of big data and creation of trees of decisions for diagnostics of objects, the logging-in clever power and the power equipment is provided in article, in particular trees of decisions on the basis of the established main reasons for failures of the power equipment on an algorithm of CART model, C5 model are made. This algorithm in the future can find practical application on objects of clever power that will allow to increase reliability, stability, stability of operation of various equipment.

Ключевые слова: деревья решений, Cart-модель, Smart grid, анализ, диагностика.

Keywords: decision trees, Cart-model, Smart grid, analysis, diagnostics.

Вещи вокруг нас с каждым годом становятся все более «самостоятельными» и «разумными». Сегодня производство, исследования и повседневная жизнь осуществляется с участием роботов и устройств с автоматическим управлением. 18 лет назад Кристофер Пистер придумал «умную пыль», которая совершенствовалась со временем и теперь используется в различных отраслях [1]. Например, в энергетике на основе «умной пыли» разработана технология Smart Grid, методы которой повсеместно внедряются в системы генерации, транспортировки и потребления энергии [2-3].

В основе работы лежит «Дорожная карта», одобренная Президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России, одной из целей которой является принятие разномасштабных комплексных систем и сервисов интеллектуальной энергетики к 2035 году [4]. Поэтому тематика исследования является актуальной.

Одной из основных является задача своевременного определения условий возникновения аварийных и предаварийных ситуаций (режимов) объектов энергетики. В качестве объекта исследования выбраны паровые турбины. Данный объект является крайне сложным для анализа и исследования, однако для него в литературе описано большое количество причин возникновения различных нештатных ситуаций, приводящих к отказам и авариям.

Существует несколько алгоритмов для анализа больших баз данных: Деревья решений, IR-алгоритм, Карта Кохонена. В нашей статье мы рассмотрим несколько алгоритмов построения деревьев решений: CART-модель, C5-модель, их плюсы и минусы, и проанализировав причины отказов паровой турбины, составим алгоритм деревьев решений.

Алгоритм CART (Classification and Regression Tree, рисунок 1) – дерево классификации и регрессии. Используется для построения бинарных деревьев решений. Это значит, что каждый узел имеет 2 «потомка».

Выделим плюсы:

1. Представление дерева решений – бинарное, это обеспечивает быстрое построение модели.
2. В данном алгоритме заложена уникальная функция оценки качества разбиения для выбора оптимального правила
3. Простота интерпретации результатов. Из-за простоты модели, можно легко отобразить дерево и проследить за всеми узлами.

Минусы:

1. Дерево подходит для «простых» задач. Деревья, в которых много вариативности, данный алгоритм сильно усложняет.
2. Деревья решений нестабильны.

От данной модели нам пришлось отказаться, так как с ее помощью мы не можем наглядно учитывать каждый режим.

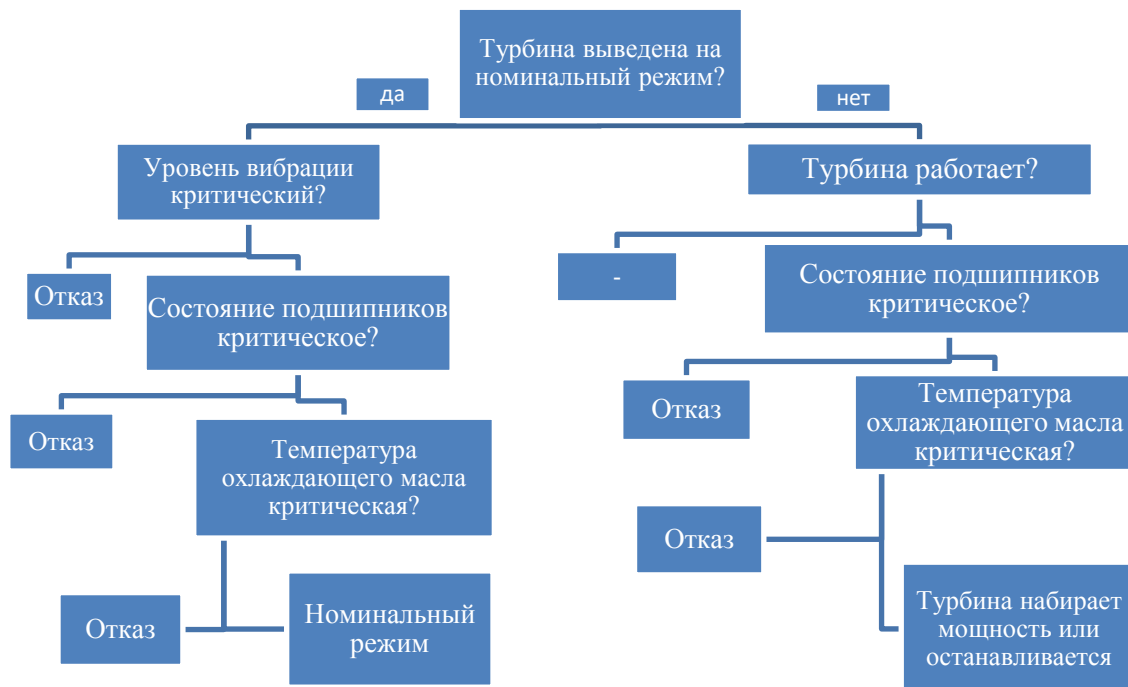


Рисунок 1. Cart-модель.

Результатом C5 является дерево решений, с неограниченным количеством ветвлений в узле (рисунок 2). Его плюсы:

1. Выше скорость выполнения заложенного алгоритма.
2. Дерево решений может продолжать расти, пока остаётся возможность построения новых разбиений. Может возникнуть ситуация, когда группы окажутся слишком мелкими, а точек ветвления будет слишком много – в этом случае говорят, что модель переопределена. Чтобы избежать этого, осуществляют так называемую «обрезку» дерева решений.

3. Для построения дерева использует только самые важные признаки, по которым происходит разбиение. Алгоритм выбирает из множества факторов только те, которые сильно влияют на конечный результат.

Минусы:

1. Алгоритм C5.0 очень чувствителен к обучающей выборке – даже небольшие изменения в ней могут сильно повлиять на результат.

2. Дерево решений может создаваться слишком большим, что затрудняет его интуитивное понимание.

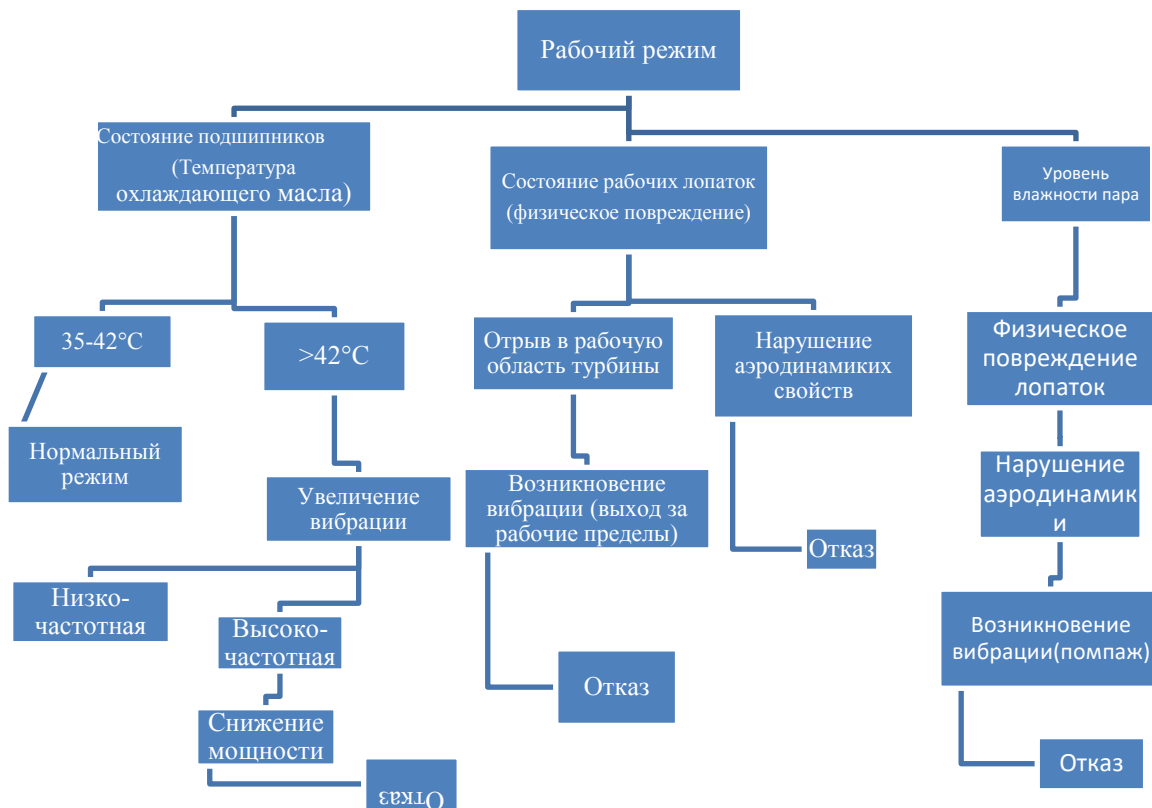


Рисунок 2. C5-модель

Нормальный режим характеризуется работой турбины и агрегатов в штатном режиме.

Уровни вибрации $V = \{x_1; x_2\}$, вращение ротора, работа подшипников и параметры влияющие на их состояние: температура охлаждающего масла $t_{\text{масла}} = f\{t_{\text{масла}1}; t_{\text{масла}2}\}$, уровень допустимой вибрации (осевого усилия, поперечного усилия), вязкость охлаждающего масла $v = \{v_1; v_2\}$; уровень влажности находится в заданных рамках эксплуатационной документации $\varphi = \{\varphi_1; \varphi_2\}$, все материалы агрегатов без усталости, износа.

Нормальный режим = $(V, t_{\text{масла}}, \varphi)$

Предаварийный режим – характеризуется работой турбины и агрегатов, выходящих за рамки описанные в технической документации, но при определенных действиях, возможно прийти в нормальный режим работы.

Уровни вибрации изменяются $V_{\text{п.а}} = \{x_{\text{п.а}1(\text{граничное})} > x_{\text{п.а}1} < x_1; x_2 < x_{\text{п.а}2} < x_{\text{п.а}2(\text{граничное})}\}$, возникают вертикальные, горизонтальные, осевые вибрации, вследствие низкочастотной и высокочастотной вибрации.

Работа подшипников затрудняется повышением температуры подводимого масла

$t_{\text{маслаП.А}} = \{t_{\text{маслаП.А1(граничное)}} < t_{\text{маслаП.А1}} < t_{\text{масла1}}; t_{\text{масла2}} > t_{\text{маслаП.А2}} < t_{\text{маслаП.А2(граничное)}}\}$, а вследствие, изменением параметров вязкости охлаждающего масла $\nu_{\text{П.А}} = \{\nu_{\text{П.А1(граничное)}} < \nu_{\text{П.А1}} < \nu_1; \nu_2 > \nu_{\text{П.А2}} < \nu_{\text{П.А2(граничное)}}\}$; и, вследствие износа рабочих частей подшипника.

Изменяются параметры влажности пара $\varphi_{\text{П.А}} = \{\varphi_{\text{П.А1(граничное)}} < \varphi_{\text{П.А1}} < \varphi_1; \varphi_2 > \varphi_{\text{П.А2}} < \varphi_{\text{П.А2(граничное)}}\}$, вследствие изменения параметров среды и параметров, описанных в технической документации для агрегатов, увеличивается усталость материалов и износ материалов агрегатов турбины

Предаварийный режим = $f(V_{\text{П.А}}, t_{\text{маслаП.А}}, \nu_{\text{П.А}}, \varphi_{\text{П.А}})$

Аварийный режим работы – характеризуется работой турбины и агрегатов в критических и после критических параметрах с последующим отказом систем и агрегатов.

Аварийный режим = $a > f(V_{\text{П.А}}, t_{\text{маслаП.А}}, \nu_{\text{П.А}}, \varphi_{\text{П.А}})$

В настоящее время широко известны программы для анализа больших баз данных, которые содержат до сотни тысяч записей. Мы изучили несколько таких алгоритмов.

Выводы

Мы классифицировали алгоритмы для анализа больших баз данных, выбрали и построили деревья решений, основанные на причинах отказах паровых турбин на станциях России.

Полученный результат позволит выполнять построение систем поддержки принятия решений по управлению паровой турбиной и проводить диагностику выбранных параметров в составе системы Smart Grid.

Литература

1. Бушуев В.В., Ливинский П.А. Энергоэффективный мегаполис – Smart Sity «Новая Москва». М.: ИД «Энергия», 2015 г., 76 стр.
2. Кобец Б.Б., Волкова О.И. Возможные подходы к развитию концепции Smart Grid в России // Энергетическая политика. 2010. №2. С. 34-41.
3. Кобец Б.Б., Волкова И.О. Инновационное развитие электроэнергетики на базе концепции Smart Grid. М.: ИАЦ Энергия, 2010. 208 с.
4. Национальная технологическая инициатива «Энерджинет» и «Дорожная карта» одобрена Президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России 28.09.2016, Протокол №4 <http://www.nti2035.ru/markets/energynet>.

УДК 004:624.014.25

**ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ ДУГОВОЙ СВАРКИ
ЛИСТОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ
СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ
С УЧЕТОМ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ
СВАРНЫХ СТЫКОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ**

**OPTIMIZATION OF ARC WELDING
SHEET STRUCTURES FROM THE POINT
OF VIEW REDUCING THE LEVEL OF RESIDUAL STRESSES
TAKING INTO ACCOUNT THE GEOMETRIC HETEROGENEITY
ARE WELDED JOINTS**

¹Ерофеев В.В., ²Игнатъев А.Г., ³Шарафиев Р.Г., ⁴Ерофеев С.В., ⁵Гребенщикова О.А.,

¹ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет,
г. Троицк, Российская Федерация,

²ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный университет,
г. Челябинск, Российская Федерация

³Уфимский государственный нефтяной технический университет,
ул. Космонавтов, 1, г. Уфа, Республика Башкортостан, 450062, Россия

⁴ООО «ПромСтандарт»,

г. Челябинск, Российская Федерация

⁵Филиал ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия
имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»,

г. Челябинск, Российская Федерация

V.V. Erofeev¹, A.G. Ignatiev², R.G. Sharafiev³, S.V. Erofeev⁴, O.A. Grebenshikova⁵,

¹Of the South Ural state agrarian University, Troitsk, Russian Federation,

²Of the South Ural state University, Chelyabinsk, Russian Federation,

³Ufa State Petroleum Technological University,
Kosmonavtov Str., 1, Ufa, Republic of Bashkortostan, 450062, Russia

⁴LLC Promstandart, Chelyabinsk, Russian Federation,

⁵Branch of VUNTS air force “Air force Academy
named after Professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin”,

Chelyabinsk, Russian Federation

e-mail: ervv52@mail.ru

Аннотация. В настоящей работе предлагается расчетная методика оценки величины остаточных сварочных напряжений в стыковых соединениях листовых металлоконструкций в зависимости от способа сварки и геометрической формы стыковых швов. На основании анализа литературных данных и экспериментальных исследований выявлены наиболее значимые факторы (геометрическая неоднородность сварного шва, режимы технологического процесса сварки) и установлены основные закономерности накопления локальных повреждений металла (остаточных пластических деформаций) в наиболее нагруженных участках соединений в зависимости от уровня остаточных сварочных напряжений $\sigma_{ост}$ и величины концентрации напряжений K_{σ} . На базе проведенных исследований установлена количественная зависимость величины остаточных сварочных напряжений в стыковых

сварных соединениях от указанных факторов. Предлагаемая расчетная методика позволяет установить оптимальные значения режимов сварочного процесса (величину удельного тепловложения $q/V_{св}$), обеспечивающую снижение величины остаточных напряжений $\sigma_{ост}$ до требуемых значений в зависимости от способа сварки (ручная дуговая, механизированная, автоматическая) и геометрической неоднородности формы стыковых швов, вызывающей концентрацию напряжений в месте перехода от шва к основному металлу. Предлагаемая методика расчета может быть использована для разработки практических рекомендаций по конструктивно-технологическому проектированию сварных листовых конструкций на стадии подготовки технологической документации.

Abstract. In this paper, we propose a calculation method for estimating the value of residual welding stresses in the butt joints of sheet metal structures, depending on the method of welding and the geometric shape of the butt joints. Based on the analysis of literature data and experimental studies identified the most significant factors (geometrical heterogeneity of the weld, the modes of the technological process of welding) and established the basic laws of accumulation of local damage to the metal (residual plastic deformation) in the most loaded sites of connections depending on the level of residual welding stresses and the magnitude of stress concentration K_{σ} . On the basis of the conducted research the quantitative dependence of the residual welding stresses in butt welds on these factors is established. The proposed calculation method allows to establish the optimal values of the welding process modes (the value of specific heat q/V_{SV}), which reduces the value of residual stresses to the required values depending on the welding method (manual arc, mechanized, automatic) and geometric heterogeneity of the shape of the butt joints, causing the stress concentration at the junction from the weld to the base metal. The proposed method of calculation can be used to develop practical recommendations for structural and technological design of welded sheet structures at the stage of preparation of technological documentation.

Ключевые слова: сварка стыковых соединений, остаточные напряжения, концентрация напряжений, оптимальные режимы сварки.

Keywords: Welding of butt joints, residual stresses, stress concentration, optimal welding conditions.

Одной из проблем, возникающих в процессе изготовления крупногабаритных оболочковых металлоконструкций типа вертикальных резервуаров, собираемых из листовых заготовок, является образование остаточные сварочных напряжения $\sigma_{ост}$, действующих поперек сварных соединений и возникающих при сварке в процессе неравномерного нагрева и остывания расплавленного металла сварного шва.

Наличие остаточных сварочных напряжений в условиях геометрической неоднородности стыковых сварных соединений (т.е. концентрации напряжений) вызывает накопление локальных повреждений металла (остаточных пластических деформаций) в наиболее нагруженных участках соединений (в зонах перехода от шва к основному металлу).

Как правило, накопление повреждений металла в процессе сварки вызывает снижение уровня остаточного рабочего ресурса металла сварных соединений и, следовательно, и общего рабочего ресурса оболочковых конструкций в процессе эксплуатации [1]. В связи с этим необходимо установить взаимосвязь между уровнем накопления повреждаемости металла сварных соединений (величиной накопленной пластической деформации) и параметрами сварочного процесса и провести

оптимизацию данных параметров с точки зрения снижения остаточных сварочных напряжений в соответствии с нормативными документами.

Для решения поставленных задач необходимо знать закономерности накопления локальных повреждений металла (остаточных пластических деформаций) в наиболее нагруженных участках соединений в зависимости от уровня остаточных сварочных напряжений $\sigma_{ост}$ и величины концентрации напряжений K_{σ} .

Как показали результаты теоретических и экспериментальных исследований [2, 3], величина данных напряжений $\sigma_{ост}$ в зависимости от режимов и вида дуговой сварки (ручная механизированная, автоматическая) изменяется в широких пределах:

$$0 \leq \kappa = \sigma_{ост} / \sigma_T \leq 1/\gamma, \quad (1)$$

где κ – параметр, определяющий уровень $\sigma_{ост}$, $\gamma = \sigma_T / \sigma_B$ – степень деформационного упрочнения металла.

В соответствии с теорией упругости уровень максимальных напряжений σ_{max} в зоне перехода от шва к основному металлу составляет (рисунок 1):

$$\sigma_{max} = (\kappa \sigma_T) K_{\sigma} \quad (2)$$

где $K_{\sigma} = \sigma_{max} / \sigma_H$ – коэффициент концентрации напряжений;

σ_H – уровень номинальных напряжений действующих в поперечном направлении по отношению к стыковому шву.

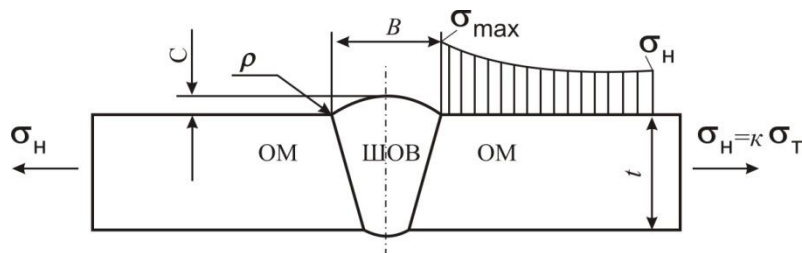


Рисунок 1. Распределение напряжений в стыковом сварном соединении [3].

Как было показано в работе [2], коэффициент концентрации напряжений K_{σ} является произведением функций $f(B/2\rho)$ и $\eta(m)$:

$$K_{\sigma} = f(B/2\rho) \times \eta(m), \quad (3)$$

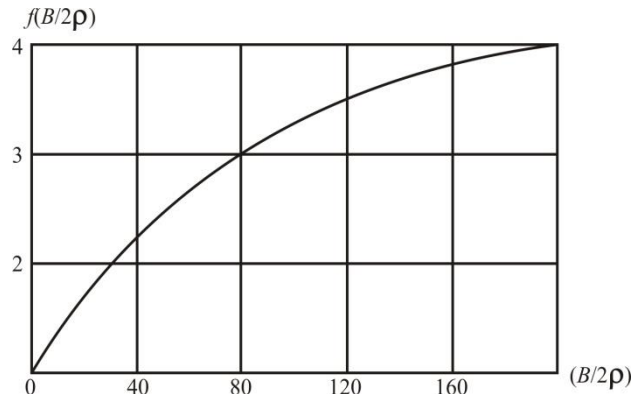
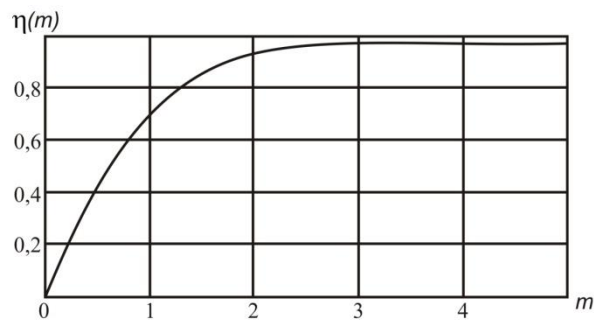
где функция $f = f(B/2\rho)$ определяет влияние относительного геометрического параметра соединения $B/2\rho$ (B – ширина стыкового шва; ρ – радиус в вершине перехода от шва к основному металлу (см. рисунок 1) на величину коэффициента концентрации напряжений K_{σ} (рисунок 2);

функция $\eta = \eta(m)$ – определяет влияние комплексного параметра m на величину коэффициента концентрации напряжений K_{σ} (рисунок 3):

$$m = B/2 \{ [(C+t)] / [C^2 t] \}^{0.5} \quad (4)$$

где C – усиление стыкового шва;

t – толщина соединения.

Рисунок 2. Вид функции $f = f(B/2\rho)$.Рисунок 3. Вид функции $\eta = \eta(m)$.

Например, для листовых конструкций толщиной $t = 10$ мм из стали 09Г2С, параметры стыкового шва которых составляют: $C=1$ мм; $B=10$ мм величина m равна $m = 5,24$ мм. Тогда в соответствии с графиком функции $\eta = \eta(m)$ (см. рисунок 3) параметр $\eta(m) \cong 1$. Принимая среднее значение радиуса в месте перехода от шва к основному металлу $\rho \cong 0,3$ мм, характерное для стыковых сварных соединений, параметр $B/2\rho$ для рассматриваемого случая будет составлять $B/2\rho = 16,67$. Этому значению отвечает величина функции:

$$f = f(B/2\rho) = 1,8.$$

Таким образом, для рассматриваемого случая:

$$K_\sigma = f(B/2\rho) \times \eta(m) = 1,8.$$

Исходя из упругого решения максимальные напряжения σ_{\max} в зоне перехода от шва к основному металлу, определяющиеся выражением (2), существенно превышают предел текучести металла шва и основного металла $\sigma_{\max} = (k\sigma_T)K_\sigma \gg \sigma_T$ и выходят за пределы упругой задачи при уровне остаточных напряжений $\sigma_{\text{ост}} \geq 0,555\sigma_T$ ($k \geq 0,555$), для стали 09Г2С – при $\sigma_{\text{ост}} \geq 192$ МПа.

Для количественной оценки упруго-пластического состояния металла в зоне наибольшей концентрации напряжений использовали подход Г. Нейбера [4, 5 и др.], позволяющий скорректировать решение соответствующей упругой задачи.

В соответствии с данным подходом принимали, что в процессе упруго-пластического деформирования в зоне концентрации напряжений произведение максимальных упруго-пластических напряжений и деформаций равно произведению условных упругих напряжений и деформаций

$$\sigma_{maxyn} \varepsilon_{maxyn} = \sigma_{ипл} \varepsilon_{ипл},$$

или

(5).

$$[(\kappa \sigma_T) K_\sigma]^2 / E_n = \sigma_{ипл} \varepsilon_{ипл}.$$

где σ_{maxyn} , ε_{maxyn} – соответственно максимальные напряжения и деформации, действующие поперек сварного шва, в области максимальной концентрации напряжений (в зоне перехода от шва к основному металлу) при решении упругой задачи;

$\sigma_{ипл}$, $\varepsilon_{ипл}$ – соответственно максимальные напряжения и деформации металла соединения поперек стыкового шва в зоне перехода от шва к основному металлу в области пластического нагружения ($\kappa \geq 0,555$).

В соответствии с (5) упруго-пластические напряжения и деформации в рассматриваемых сечениях конструкции связаны гиперболической зависимостью $\sigma_{maxyn} = f(1/\varepsilon_{maxyn})$ (кривая 3, рисунок 4), исходящей из точки А, отвечающей упругому решению (прямая 1) данной задачи.

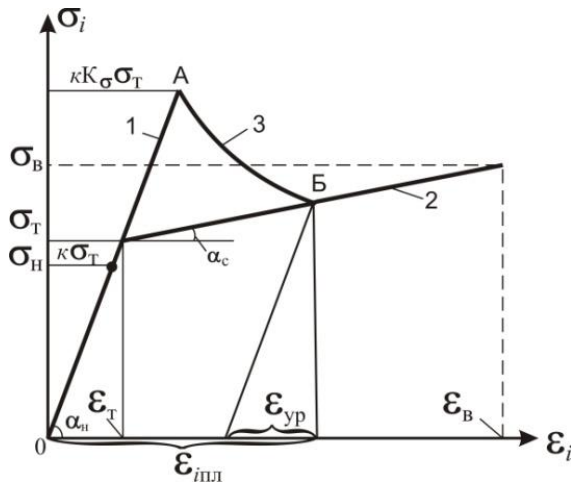


Рисунок 4. К обоснованию использования подхода Г. Нейбера (1 – упругое решение; 2 – аппроксимированная диаграмма деформирования металла $\sigma = f(\varepsilon)$; 3 – кривая $\sigma_{max}^yn = f(1/\varepsilon_{max}^yn)$).

Точка пересечения Б гиперболы (3) с аппроксимированной диаграммой деформационного упрочнения материала заготовки (2) определяет величину $\varepsilon_{ипл}$.

Рассмотрим математическое описание данного подхода применительно к оценке упруго-пластического деформирования стыкового сварного соединения при наличии поля остаточных напряжений $\sigma_{ост} = \sigma_n = \kappa \sigma_T$ с учетом фактора концентрации напряжений K_σ в области перехода от шва к основному металлу.

Для получения решения в замкнутом виде относительно искомых параметров $\sigma_{ост}$ и K_σ , использовали аппроксимацию диаграммы деформирования стали 09Г2С в виде линейно упрочняющей функции (зависимость (2), см. рисунок 4):

$$0 \leq \varepsilon_i \leq \varepsilon_T; \quad \sigma_i = E_n \varepsilon_i; \quad (6)$$

$$\varepsilon_T \leq \varepsilon_i \leq \varepsilon_B; \quad \sigma_i = \sigma_T + E_c (\varepsilon_i - \varepsilon_T);$$

где σ_T – предел текучести ($\sigma_T = 345 \text{ МПа}$); σ_B – предел прочности ($\sigma_B = 490 \text{ МПа}$); E_n – модуль упругости ($E_n = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$; $\text{tg} \alpha_n = E_n$);

E_c – касательный модуль диаграммы деформирования металла

($E_c = 2,4 \cdot 10^2$ МПа; $\text{tg}\alpha_c = E_c$);

$\varepsilon_T = \sigma_T / E_H$; $\varepsilon_B = 0,6$ (при $\psi = 45\%$).

С учетом (6) величина $\varepsilon_{\text{инл}}$ отвечающая точке Б пересечения кривых (2) и (3) может быть определена из выражения

$$\varepsilon_{\text{инл}} = 2(\kappa K_\sigma)^2 (E_c / E_H) \quad (7)$$

Величина пластической деформации, наблюдаемой в области перехода от шва к основному металлу сварного соединения вследствие наличия поля остаточных напряжений $\sigma_{\text{ост}}$ и концентрации напряжений K_σ , составляет (см. рисунок 4).

$$\Delta\varepsilon_{\text{инл}} = 2(\kappa K_\sigma)^2 \frac{E_c}{E_H} - \varepsilon_{\text{уп}}, \quad (8)$$

где $\varepsilon_{\text{уп}}$ – упругая деформация при уровне напряжений σ_i , отвечающей точке Б (см. рисунок 4).

Величина $\varepsilon_{\text{уп}}$ может быть определена из граничного условия $\kappa K_\sigma \leq 1$, гарантирующего работу сварного соединения с остаточными напряжениями в упругой стадии нагружения:

$$\varepsilon_{\text{уп}} = 2 \frac{E_c}{E_H}. \quad (9)$$

В качестве примера приведен расчет для сварных соединений листовых заготовок, выполненных из стали 09Г2С ($E_H = 2 \cdot 10^5$ МПа, $E_c = 240$ МПа; $\sigma_T = 345$ МПа) с геометрическими параметрами: $t = 10$ мм; $C = 1$ мм; $B = 10$ мм; $p = 0,3$ мм (см. рисунок 3), обеспечивающими величину коэффициента концентрации напряжений $K_\sigma = 1,8$, при относительном уровне остаточных напряжений $\kappa = \frac{\sigma_{\text{ост}}}{\sigma_T}$ в диапазоне $0 \leq \kappa \leq 1/\gamma$ (таблица 1).

Таблица 1 – Пример расчета для сварных соединений листовых заготовок

$\kappa = \frac{\sigma_{\text{ост}}}{\sigma_T}$	$\Delta\varepsilon_{\text{инл}}$	
0,0...0,555	0,0...0,0	Упругая область
0,6	0,000040	Упруго-пластическая область
0,7	0,00144	
0,8	0,00254	
0,9	0,00386	
1,0	0,00537	
1,1	0,00693	
1,2	0,00774	
1,3	0,0107	
1,4	0,0127	
1,5	0,0150	

Не менее важная задача, связанная с разработкой рекомендации по снижению уровня остаточных напряжений в рассматриваемых стыковых соединениях $\sigma_{\text{ост}}$, может быть решена в рамках предлагаемого подхода путем рационального выбора основных технологических параметров режима сварки.

Рассмотрим решение данной задачи на примере сварки листовых заготовок из стали 09Г2С толщиной $t = 10\text{мм}$; $C = 1\text{мм}$; $B = 10\text{мм}$; $\rho = 0,3\text{мм}$.

В соответствии с подходом, предложенным в [3], пластическую деформацию, возникающую в процессе поперечной усадки металла шва стыковых соединений, можно оценить через технологические параметры (удельное тепловложение $q/V_{св}$)

$$\varepsilon_{пл} = A (a/cp) (q/V_{св} t), \quad (10)$$

где A – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние глубины проплавления на процесс усадки (для дуговой сварки с полным проплавлением стенки – $A = 1$) [3];

a – коэффициент температурного расширения;

cp – объемная теплоемкость;

t – толщина листовой заготовки;

$V_{св}$ – скорость сварки;

q – эффективная тепловая мощность сварочной дуги:

$$q = \eta I_{св} U_{д}, \quad (11)$$

где η – эффективный коэффициент нагрева изделия дугой (для ручной дуговой $\eta = 0.5$ [7];

$I_{св}$ – сварочный ток;

$U_{д}$ – напряжение на дуге.

Для рассматриваемых стыковых соединений из стали 09Г2С:

$$a = 12 \cdot 10^{-6} \text{ (1/град)}; \quad c = 0,11 \text{ (ккал /кГ град)}; \quad p = 7,8 \text{ (г/см}^3\text{)}; \quad t = 10\text{мм},$$

откуда

$$\varepsilon_{пл} = 0,0154 (q/V_{св}). \quad (12)$$

Здесь $q/V_{св}$ [ккал/см].

Из условия равенства упруго-пластических деформаций, возникающих в процессе усадки металла шва и определяемых соотношениями (7) и (12), было получено выражение, связывающее величину $\sigma_{ост} = \kappa \sigma_T$ с удельным тепловложением $q/V_{св}$ (рисунок 7):

$$\kappa = \sigma_{ост} / \sigma_T = 0,71 (q/V_{св})^{0,5}. \quad (13)$$

$\kappa = \sigma_{ост} / \sigma_T$ от величины удельного тепловложения $q/V_{св}$

Как следует из выражения (13) при выполнении однопроходной дуговой сварки листовых конструкций при значениях $q/V_{св} < 0,61$ [ккал/см] уровень остаточных сварочных напряжений составляет $\kappa = \sigma_{ост} / \sigma_T < 0,555$ (см. таблицу.1).

На рисунке 7 данная область обозначена штриховыми линиями и соответствует упругой стадии нагружения сварных соединений, в пределах которой $\Delta\varepsilon_{пл} = 0$.

Таким образом, регулируя режим сварки можно обеспечить полное исключение локальной повреждаемости металла шва, наблюдаемое, как правило, в процессе сварки.

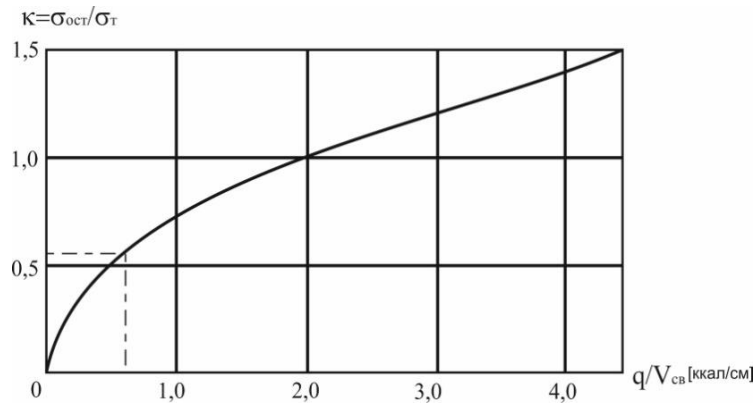


Рисунок 7. Зависимость уровня остаточных сварочных напряжений

Рассмотрим данную ситуацию на следующих конкретных примерах.

Ручная дуговая сварка.

Для нахождения величины удельного тепловложения $q/V_{св}$ при ручной дуговой сварке необходимо расчетным путем определить параметры режима $I_{св}$ и $U_{д}$.

В соответствие с рекомендациями, предложенными для ручной дуговой сварки, данные величины можно определить по следующим зависимостям:

$$I_{св} = K d_э \quad \text{или} \quad I_{св} = (20 + 6d_э) d_э, \text{ А}; \tag{14}$$

$$U_{д} = 20 + 0,05 (I_{св} / d_э^{0,5}), \text{ В}, \tag{15}$$

где $d_э$ – диаметр электрода, мм;

K – коэффициент, зависящий от диаметра электрода $d_э$, А/мм.

Для листов толщиной $t = 10$ мм: $d_э = 4$ мм: $K = 35 \dots 50$ А/мм [7]; $I_{св} = (176 \dots 200)$ А, принимаем $I_{св} = 200$ А, $U_{д} = 25$ В.

Повышение скорости сварки в пределах значений $V_{св} = (10,8 \dots 35,4)$ м/ч при заданных параметрах $I_{св} = 200$ А, $U_{д} = 25$ В приводит к изменению величины удельного тепловложения в пределах ее значений $q/V_{св} = [2,0 \dots 0,61]$ ккал/см, что обеспечит снижение уровня остаточных напряжений от $\sigma_{ост} = 345$ МПа до $\sigma_{ост} = 0$ МПа ($k = 1,0 \dots 0,555$).

Автоматическая односторонняя сварка под слоем флюса.

Для нахождения величины удельного тепловложения $q/V_{св}$ при автоматической сварке под слоем флюса использовали параметры режимов сварки, апробированные на практике для пластин толщиной $t = 10$ мм и диаметре электродной проволоки $d_э = 5$ мм: $I_{св} = 700$ А, $U_{д} = 34$ В, $V_{св} = (40 \dots 80)$ м/ч. Повышение скорости сварки в данном диапазоне значений $V_{св}$ приведет к снижению величины удельного тепловложения $q/V_{св}$ при автоматической сварке под слоем флюса в интервале значений $[4,1; 2,05]$, что обеспечит понижение уровня остаточных сварочных напряжений в пределах $k = 1,44 \dots 1,0$.

Выводы

Таким образом, регулируя исходные режимы сварочного процесса $I_{св}$, $U_{д}$, $V_{св}$, необходимо найти такую совокупность данных значений, гарантирующую минимальную величину удельного тепловложения $[q/V_{св}]_{min}$.

Литература

1. Богатов А.А. Механические свойства и модели разрушения металлов / А.А. Богатов. – Екатеринбург: УГНТУ – УПИ, 2009.– 329 с.
2. Николаев Г.А. Сварные конструкции. Прочность сварных соединений и деформации конструкций. Учебное пособие / Г.А. Николаев, С.А. Куркин. В.А. Винокуров. – М.: Высшая школа, 1982. – 272 с.
3. Сварка. Резка. Контроль: Справочник: / Под общ. ред. Н.П. Алешина, Г.Г. Чернышева / Н.П. Алешин, Г.Г. Чернышев, Э.А. Гладков и др. – Машиностроение, 2004. –Т. 1. – 624 с.
4. Нейбер Г. Концентрация напряжений / Пер. с нем. под ред. А.И. Лурье. – М.: Гостехиздат. – 1947. – 204 с.
5. Зайнуллин Р.С. Работоспособность сварных сосудов и трубопроводов с обнаруженными при диагностике отклонениями от округлости / Р.С. Зайнуллин, А.Г. Вахитов. – Уфа: Из-во МНТЦ «БЭСТС». – 1997. – 156 с.
6. Шахматов М.В. Методика оценки ресурса пластичности металла сварных труб большого диаметра // М.В. Шахматов, В.В. Ерофеев, Ф.Г. Айметов // Заводская лаборатория. 1992. №3.
7. Шахматов М.В. Технология изготовления и расчет сварных оболочек // М.В. Шахматов, В.В. Ерофеев, В.В. Коваленко. – Уфа: Полиграфкомбинат. 1999. – 272 с.

УДК 004.67

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНОГО СГЛАЖИВАНИЯ К ОБРАБОТКЕ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

APPLICATION OF ALGORITHMS OF EXPONENTIAL SMOOTHING TO PROCESSING OF TIME SERIES

Позолотин В.Е., Султанова Е.А.,
Уфимский государственный нефтяной технический университет,
ул. Космонавтов, 1, г. Уфа, Республика Башкортостан, 450062, Россия

V.Y. Pozolotin, E.A. Sultanova,
Ufa State Petroleum Technological University,
Kosmonavtov Str., 1, Ufa, Republic of Bashkortostan, 450062, Russia

e-mail: vpozolotin4289@yandex.ru

Аннотация. При интеллектуальном анализе данных говорят о качестве и чистоте данных. Работа с реальными «чистыми» данными на практике практически невозможна, поскольку любым объектам свойственны значения-выбросы. Наличие значений-выбросов во временных рядах влияет на поведение и анализ ряда. Предварительная обработка позволяет подготовить временные ряды для дальнейшего анализа и исследования. Процедуры сглаживания временных рядов позволяют устранять значения-выбросы, содержащиеся во временных рядах. Существует большое число алгоритмов сглаживания, которые основываются на средних арифметических

значениях, медианах ряда и других статистических характеристиках. Применяются также и комбинированные алгоритмы. Отдельным видом алгоритмов сглаживания являются алгоритмы экспоненциального сглаживания, которые наиболее часто применяются при среднесрочных прогнозах. Авторами статьи рассматриваются особенности этого алгоритма сглаживания, приводятся статистические характеристики, получаемые в результате сглаживания, сравниваются исходный и сглаженный временные ряды, описывается алгоритм сглаживания. Использование данного алгоритма позволяет устранить выбросы, сохранив при этом общие статистические характеристики временного ряда. Авторы используют данный алгоритм сглаживания как один из алгоритмов трансформации в программном обеспечении для обработки сигналов сложных технических объектов и систем.

Abstract. Data mining talks about data quality and data purity. Working with real “clean” data is practically impossible in practice, since emissions are peculiar to any objects. Pre-processing allows you to prepare time series for further analysis and research. The time series smoothing procedures allow to exclude the emission values that are in the time series. There are a large number of smoothing algorithms that are based on arithmetic mean values, median values and other statistical characteristics. Combined algorithms are also used. Exponential smoothing algorithms are another type of those algorithms, which are most often used in medium-term forecasts. The authors of the article consider the features of this smoothing algorithm, provide statistical characteristics obtained as a result of smoothing, compare the original and smoothed time series, describe the smoothing algorithm. Using this algorithm eliminates outliers, while maintaining the overall statistical characteristics of the time series. The authors use this smoothing algorithm as one of the transformation algorithms in software for processing signals of complex technical objects and systems.

Ключевые слова: экспоненциальное сглаживание, временной ряд, значения-выбросы, прогнозирование, визуализация временных рядов.

Keywords: exponential smoothing, time series, emission values, forecasting, visualization of time series.

Сглаживание – это процесс преобразования временного ряда посредством выделения в нём основной тенденции.

Различные алгоритмы сглаживания позволяют устранить выбросы значений.

Выбросами называются величины, значения которых резко отличаются от других значений ряда [1].

Экспоненциальное сглаживание – один из методов сглаживания, наиболее часто использующийся при среднесрочном прогнозировании. Применяется данный алгоритм для прогнозирования на один период вперёд.

К достоинствам данного алгоритма сглаживания относят простоту алгоритма вычисления, возможность настройки весов входных данных [2].

Сглаженный ряд строится по следующим правилам: для каждого элемента исходного ряда рассчитывается сглаженное значение с учётом заданного сглаживающего параметра α по формуле:

$$D_{t+1} = D_t(1 - \alpha) + \alpha y_t,$$

где D_{t+1} – прогнозируемое значение;

D_t – предыдущее значение прогнозируемого ряда;

y_t – соответствующее значение исходного ряда;

α – сглаживающий параметр в интервале от 0 до 1.

Для расчёта первого значения прогнозируемого ряда используются 2 варианта расчёта D_t :

- первый способ предполагает равенство D_t и y_t для $t = 1$;
- второй способ основан на принятии за D_1 среднее арифметическое значение или медианное значения ряда y_t .

Далее в работе используется второй способ.

В работах [3, 4] показаны различные варианты сглаживания временного ряда на основе статистических характеристик.

Совершенствование функционала программного средства позволит не только исследовать другие возможности алгоритмов сглаживания, но и в некоторых случаях выявлять скрытые тенденции.

Рассмотрим применение данной сглаживающей процедуры на примере сгенерированного временного ряда (рис. 1) со следующими характеристиками:

- математическое ожидание = 50,10;
- среднее квадратичное отклонение = 10,34;
- медиана = 50,74;
- размах = 49,31.

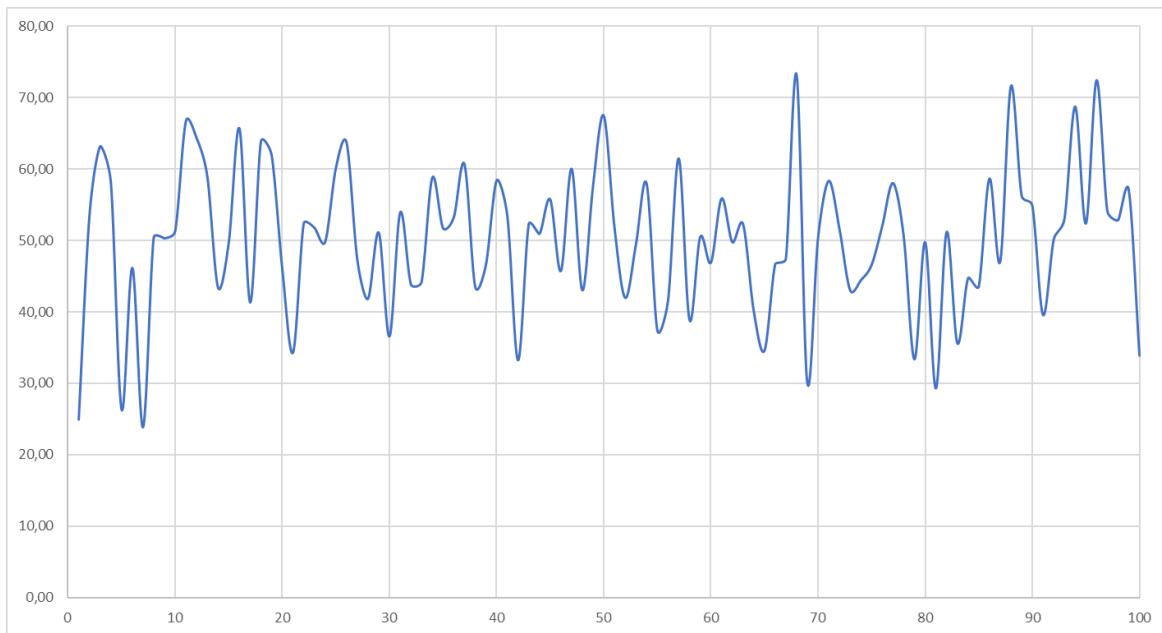


Рисунок 1. Исходный временной ряд.

Пусть сглаживающий параметр равен 0,5, тогда получаем следующие характеристики сглаженного ряда:

- математическое ожидание = 50,15;
- среднее квадратичное отклонение = 5,91;
- медиана = 49,59;
- размах = 30,50.

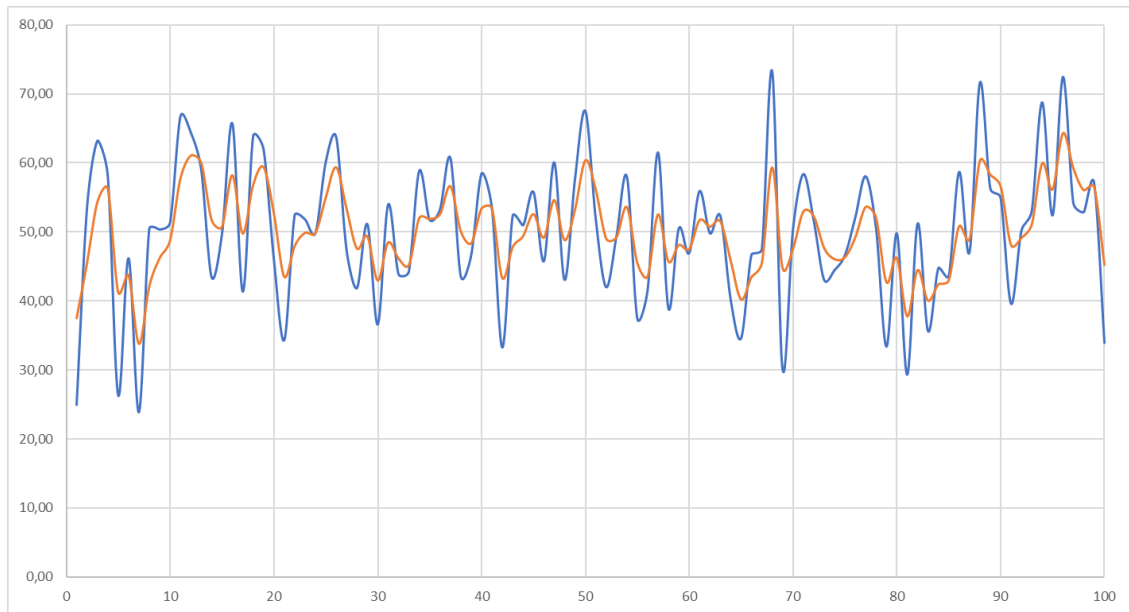


Рисунок 2. Исходный ряд (синий) и сглаженный ряд (оранжевый).

Из приведённых графиков, иллюстрирующих процесс сглаживания (рис. 2), и полученных статистических характеристик очевидно, что сглаживающий фильтр сохранил статистические характеристики (математическое ожидание и медиану), при этом уменьшив размах и среднее квадратичное отклонение.

Проведём аналогичные расчёты статистических характеристик для различных значений сглаживающего параметра. Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики сглаженного ряда для различных α

α \ статист.	мат. ожидание	медиана	ст. отклонение	размах
0,1	49,92	50,06	1,94	8,68
0,2	50,03	50,34	3,21	15,75
0,3	50,10	50,20	4,20	21,43
0,4	50,13	49,82	5,07	26,24
0,5	50,15	49,59	5,91	30,50
0,6	50,15	49,73	6,73	34,31
0,7	50,10	49,63	7,56	37,80
0,8	50,13	49,54	8,42	41,15
0,9	50,11	50,30	9,34	44,66

Заметим, что с увеличением α увеличивается размах. Это очевидно из формулы сглаживания, т.к. с приближением значения α к 1 первое слагаемое становится чрезвычайно мало, и фактически сглаживание вырождается к сглаживанию по коэффициенту:

$$D_{t+1} = \alpha y_t.$$

Для различных временных рядов могут быть оптимальными различные параметры сглаживания. В некоторых случаях, если невозможно определить

подходящее значение сглаживающего коэффициента, пользуются методикой Брауна, основанной на длине интервала:

$$\alpha = \frac{2}{n+1},$$

где n – длина интервала [5].

Для рассматриваемого временного ряда по методике Брауна получаем следующие характеристики:

- сглаживающий параметр = 0,02;
- математическое ожидание = 49,99;
- среднее квадратичное отклонение = 50,12;
- медиана = 0,46;
- размах = 1,97.

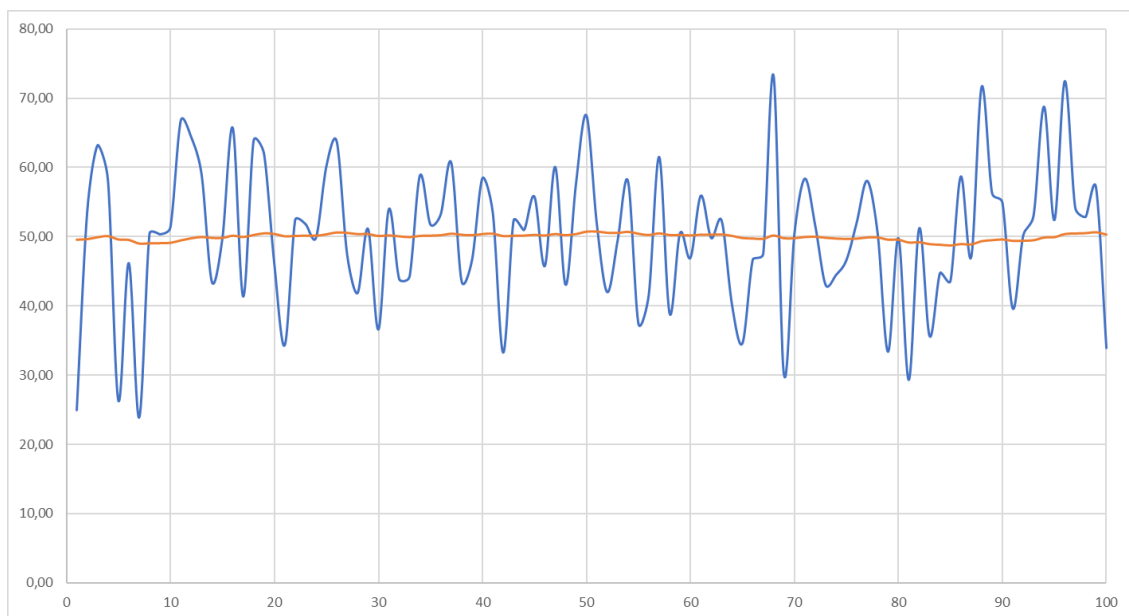


Рисунок 3. Исходный ряд (синий) и сглаженный ряд (оранжевый)

Реализация данного алгоритма сглаживания с заданным коэффициентом и по методике Брауна планируется для анализа и обработки сигналов сложных технических объектов и систем. Примеры исследований с использованием других статистических характеристик рассмотрены в работах [6, 7].

Выводы

На примере проведенного анализа экспоненциальным сглаживанием временного ряда показано, как изменяется поведение ряда и его статистические характеристики.

Литература

1. НОУ ИНТУИТ. Лекция 18: Процесс Data Mining. Начальные этапы. Режим доступа: <https://clck.ru/G4USb> (дата обращения: 29.03.2019).
2. Отдельные вопросы экономики для студентов и школьников [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://clck.ru/G4UTU> (дата обращения: 29.03.2019).

3. Позолотин В.Е., Янтудин М.Н., Ганиева В.Р., Мухаметзянов И.З. Программное средство «E-HURST-E» для анализа потоковых данных на основе показателя Хёрста // Информационные технологии. Проблемы и решения. 2017. №1 (4). С. 240-243.
4. Позолотин В.Е., Султанова Е.А., Янтудин М.Н. Методы и алгоритмы оценки показателей самоподобия и скейлинга на основе индикаторов стохастических процессов. // СМИТ-2018. Сборник тезисов. 2018. №1 (10). С. 33.
5. Энциклопедия по экономике [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://clck.ru/G4UV2> (дата обращения: 30.03.2019).
6. Ахметшина Р.Ф., Султанова Е.А. Диагностика надежности строительных конструкций с применением информационных технологий // Вестник молодого ученого УГНТУ. 2016. №3(7). С. 19-24.
7. Gaisina L.M., Belonozhko M.L., Artyukhov A.V., Sultanova E.A., Dallakyan G.R. The organization as a social self-governing system // Journal of Advanced Research in Law and Economics. 2017. Т. 8. №2. С. 454-462.

УДК 004.7

ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ПРОЕКТАХ ГРАЖДАНСКОЙ НАУКИ

PROBLEMS OF PROVIDING INFORMATION SECURITY IN CITIZEN SCIENCE PROJECTS

Фаталиев Т.Х., Вердиева Н.Н.,
Институт Информационных Технологий НАНА,
г. Баку, Азербайджан

T.Kh. Fataliyev, N.N. Verdiyeva,
Institute of Information Technology of ANAS, Baku, Azerbaijan

e-mail: depart3@iit.science.az

Аннотация. Статья посвящена вопросам информационной безопасности гражданской науки, характеризуемой участием большого числа добровольцев. Современные ИТ создали широкий спектр возможностей для интерактивного участия в расширении сбора данных, передаче информации, методах привлечения участников к процессу обработки данных, визуализации. В частности, обеспечен массовый сбор данных с использованием мобильного интернета и датчиков. Применение всех этих технологических и программных средств играет важную роль в развитии гражданской науки, формирующейся как новое направление электронной науки. Показано, что одной из важных особенностей гражданской науки является инклюзивность, которая характеризуется широким охватом разных категорий граждан, позволяя всем заинтересованным лицам участвовать в процессе исследований, независимо от их различных социальных положений. Рассмотрены основные направления обеспечения инклюзивности, вопросы обеспечения информационной безопасности в проектах гражданской науки, а так же документы и рекомендации международных организаций в этой области. Исследованы такие вопросы информационной безопасности, как конфиденциальность, целостность, доступность и защита персональных данных, определены приоритетные направления эффективной защиты проектов гражданской

науки. Отмечено, что применением этого концептуального подхода могут быть достигнуты важные результаты по обеспечению информационной безопасности.

Abstract. The article is dedicated to the problems of information security of citizen science which is characterized by a large number of volunteers. Modern IT has created a wide range of opportunities for interactive participation in the expansion of data collection, information transfer, methods of attracting participants to the data processing process, visualization. In particular, a massive collection of data using the mobile Internet and sensors is provided. The use of all these technological and software tools plays an important role in the development of citizen science, which is emerging as a new direction of e-science. It is shown that one of the important features of citizen science is inclusiveness, which is characterized by a wide coverage of different categories of citizens, allowing all interested parties to participate in the research process, regardless of their various social positions. The main directions of ensuring inclusiveness, issues of ensuring information security in citizen science projects, as well as documents and recommendations of international organizations in this area are considered. The information security issues, such as confidentiality, integrity, accessibility, and protection of personal data were investigated, and priority areas for the effective protection of citizen science were identified. It was noted that with the application of this conceptual approach, important results in ensuring information security can be achieved.

Ключевые слова: э-наука; гражданская наука; инклюзивность; открытая наука; информационная безопасность; проекты гражданской науки.

Keywords: e-science; citizen science; inclusiveness; open science; information security; citizen science projects.

I. Введение

В результате широкого применения информационных технологий (ИТ) сбор, хранение, обработка и распространение информации значительно развиваются и охватывают все аспекты человеческой деятельности, особенно исследования.

В этих достижениях важную роль играет э-наука, превратившаяся в третий важный инструмент для науки наряду с теорией и практикой, и создавшая новые способы ее реализации [1]. В результате ее развития гражданская наука (ГН) формируется как новое направление, а также реализуется концепция «открытой науки», подчеркивающая принципы открытости и прозрачности в научной деятельности.

Обеспечение информационной безопасности играет решающую роль в организации эффективной работы этих нововведений, полученных благодаря быстрому развитию и широкому применению ИТ.

В представленной работе исследованы проблемы информационной безопасности в проектах ГН и разработаны концептуальные вопросы их решения.

II. Инклюзивность и информационная безопасность в гражданской науке

Особенности, характеризующие ГН, которая формируется как новое направление развития э-науки – это количественные измерения и наблюдения в широкой пространственно-временной категории, сбор большого объема данных, участие большого числа волонтеров в сборе данных в открытых естественных условиях, отсутствие финансирования, онлайн-сбор данных, обеспечение хорошо разработанных механизмов, вспомогательных материалов, профессиональной помощи для поддержки исследований и т.д.

Несмотря на то, что проекты в сфере ГН действуют уже более ста лет, в последнее время их количество резко возросло. Это объясняется использованием по назначению современных технических и программных средств для реализации ГН [2].

Гражданская наука – это концепция широкого участия общественности в научных исследованиях. Так, участвуя на различных этапах исследований, граждане оказывают положительное влияние на ход исследований и, играют важную роль в формировании гражданской науки, и таким образом, э-науки в целом.

Для того, чтобы такие позитивные изменения в качестве научных исследований были устойчивыми и постоянными, было бы целесообразно максимально расширить участие граждан.

В этом случае необходимо ввести понятие инклюзивности. Инклюзивная (англ. inclusive – содержащий в себе все ожидаемые или требуемые услуги, приборы и элементы) ГН охватывает разные категории граждан, независимо от социальных положений.

Инклюзивность в области гражданской науки осуществляется по следующим направлениям: по уровню образования; по физическому состоянию; по возрасту; по социализации и т. д.

Инклюзивность, основанная на уровне образования, предполагает участие каждого гражданина в науке, независимо от того, какое у него образование: среднее, среднеспециальное или высшее.

Обеспечение инклюзивности по физическому состоянию граждан создает условия для активного вовлечения физически ограниченных граждан в науку, открывает возможности во избежание их изоляции от общества.

Реализация включения по возрасту граждан создает условия, чтобы каждый мог внести свой вклад в науку, от учеников до пожилых людей.

Инклюзивность по социализации означает, что знания, собранные добровольцами, становятся общедоступными в результате обмена результатами друг с другом.

На международной конференции Европейской Ассоциации Гражданской Науки (ECSA), проведенной в 2016-м году в Берлине, были обсуждены вопросы обеспечения инклюзивности в ГН [3].

Как и в каждой сфере, в ГН тоже существует ряд угроз.

Вопросы безопасности в ГН можно рассматривать в трех направлениях: безопасность технических средств; безопасность программного обеспечения; информационная безопасность.

Существуют различные международные организации для формирования глобального сообщества гражданских ученых и практиков. Своей деятельностью они обеспечивают поддержку для развития ГН посредством коммуникации, координации и образования.

Например, целью Европейской Ассоциации Гражданской Науки (ЕАГН) является развитие, в частности, применение ГН в экологическом мониторинге на территории Европейского Союза (ЕС) [3]. ЕАГН заинтересована в решении вопросов информационной безопасности ГН. В 7-м и 10-м пунктах «Десяти принципов гражданской науки», объявленных по ее инициативе, затронуты вопросы безопасности.

ГН формируется в результате участия граждан в науке и взаимного научного сотрудничества посредством онлайн-среды. Наряду с быстрым увеличением количества инициатив ГН, также наблюдается расширение сферы ее деятельности. Например, в базе данных организации SciStarter (<https://scistarter.com>), взявшей слоган «Наука, которую мы можем делать вместе», есть более 1 600 проектов ГН и зарегистрировано более 100 000 любителей. Каждый день миллионы гражданских

ученых участвуют в разных исследованиях для того, чтобы поддержать нынешние мировые цели [4].

Динамика роста проектов ГН по миру очень велика, этот факт находит свое подтверждение на примере портала CitSci.org. На данный момент координаторы-волонтеры, присоединившиеся к сайту, представили в общей сложности 936 102 измерения (данных для анализа) по 693-м проектам для решения локальных, региональных и/или глобальных проблем.

Проекты ГН создаются членами общества и объединяются по всеобщим проблемам, таким как загрязнение воздуха, потеря условий окружающей среды.

Эти проекты используют данные, полученные членами общества. В результате этого, во время проектирования практик ГН и поддерживающих ее технологий, конфиденциальность может быть не учтена. Но в таких случаях, как и для научных исследований, защита конфиденциальности участников должна быть важной проблемой.

В онлайн проектах ГН участники, регистрируясь, помещают результаты своих наблюдений на веб-сайте проекта. Так как большая часть этих проектов связана с природой и окружающей средой, результатами наблюдений будут фотографии, снятые видео. А на веб-сайте проекта, в силу политики открытого доступа, все данные открыты для всех. Кроме того, на загруженных фото могут быть люди, узнаваемые по лицу, и то, где и с кем они находятся.

Когда такие фото, в частности, на которых есть дети, публикуются без соответствующего разрешения, у проекта могут возникнуть проблемы.

Если цель проекта – обучение, он еще и должен обеспечить контроль малолетних детей ответственным лицом. В связи с этим, Закон о защите личных данных детей в Интернете (Children's Online Privacy Protection Act – COPPA) ограничивает сбор личной информации детей младше 13 лет [5].

Этот закон применяется во многих проектах ГН, включая Project BudBurst (www.budburst.org) и iNaturalist (www.inaturalist.org).

Граждане, участвующие в проектах, могут также держать связь с помощью личных сообщений.

В рамках некоторых проектов, например, в iNaturalist невозможно контролировать содержание личных сообщений. Поэтому такие проекты заранее ставят участникам возрастное ограничение.

Проблемы, связанные с показанным нами примером – конфиденциальностью личной информации, преследованием и агрессией – реальны.

Рассмотрим портал CitSci.org, обеспечивающий онлайн инструменты и ресурсы для реализации проектов ГН. В разделе сайта Features заголовки “Make your data public or keep it private” позволяет выбрать конфиденциальность при создании каждого проекта.

В некоторых случаях, в открытом проекте ГН может понадобиться скрыть некоторые собранные данные. В этом случае для данных осуществляется регулирование конфиденциальности.

На текущий момент на портале эта функция немного ограничена: все данные могут быть либо скрыты, либо открыты для всех, но ведутся работы над более широким выбором, позволяющим сделать только выбранные данные скрытыми, либо открытыми.

Другие проблемы связаны с конфиденциальностью и безопасностью информации, документируемой о наблюдениях ГН и связанными с этим разрешениями [6]. Координаторы проектов и волонтеры должны уметь принимать решение о том, что можно публиковать.

Размытие или скрывание местонахождения – широко используемый метод [7].

Еще один метод защиты конфиденциальности – это ограничение объема собираемой и публикуемой личной информации. Так как в научном плане важно, кто предоставляет информацию, большинство проектов связывают имя волонтера с представленными им данными.

В зависимости от выбора о показе такой информации, координаторы проектов предлагают волонтерам оба варианта – анонимную идентификацию или же создание своего имени пользователя [8].

III. Меры безопасности в гражданской науке

Проблемы, возникающие в связи с применением ИТ, делают необходимым создание политики обеспечения информационной безопасности ГН, основанной на научно-методологических принципах.

Обеспечение информационной безопасности означает обеспечение конфиденциальности, целостности и доступности информации.

Конфиденциальность информации обеспечивается только в том случае, когда информация доступна только для разрешенных лиц, целостность – когда данные могут быть изменены только согласованно, а доступность – когда разрешенные лица могут получить доступ к информационным ресурсам в нужное время. В ГН, наряду с этими вопросами важна еще и верификация большого объема данных.

Защита данных о личной жизни, деятельности граждан в виртуальном пространстве и проектах имеет большое значение.

Эффективное решение вопросов сбора, обработки и хранения личных данных – одна из важных задач для безопасности ГН.

В 8-м пункте Европейской конвенции о Правах человека (European Convention on Human Rights) указано, что личные данные составляют неотъемлемую часть прав граждан, и нужно уважать личную жизнь и секрет переписки граждан.

В США есть федеральные законы, защищающие конфиденциальность граждан, в том числе занимающихся ГН. Меморандумы, подтвержденные Офисом Политики Науки и Технологии, (Office of Science and Technology Policy – OSTP) (www.whitehouse.gov/ostp) являются дополнительными ресурсами США в этой области. Например, меморандум под названием «Расширение общественного доступа к результатам федерального финансируемого исследования» предлагает агентствам, наряду с защитой личной конфиденциальности, расширение доступа к опубликованным данным.

К стандартам вне США относятся принципы, подтвержденные Организацией Экономической Кооперации Развития (Organization for Economic Cooperation and Development – OECD) [9]. Стандарты ЕС в целом строже, чем стандарты США.

Проблемы безопасности и угрозы, существующие в э-науке [10], также можно отнести к проектам ГН:

- выбор безопасных конфигураций для технических устройств и программных средств,
- использование специализированных программных средств обеспечения безопасностью,
- выбор границы защиты.

Аналогично э-науке, вопросы контроля безопасности и защиты в ГН следующие:

- контроль авторизованного и беспроводного доступа;
- защита от вредоносных программ;
- защита данных, принятие во внимание возможностей их восстановления.

Во время решения указанных вопросов, служащих для эффективной организации и осуществления защиты ГН, должно быть принято во внимание следующее:

- построение практической защиты на основе знаний, полученных в результате изучения и устранения произошедших угроз;
- отдача приоритета мерам, обеспечивающим защиту от самых опасных угроз;
- наличие общих показателей оценки эффективности мер безопасности для определения необходимых исправлений и возможности их быстрого осуществления;
- реализация непрерывной диагностики и максимальной автоматизации безопасности для проверки эффективности существующих мер безопасности.

Использование биометрических методов идентификации при входе на веб-страницы проектов ГН, является одной из самых передовых мер для обеспечения безопасности.

Выводы

Исследования показывают, что с применением последних достижений ИТ, ГН интенсивно развивается. Наряду с этим, обеспечение ее безопасности становится очень актуальным.

Были исследованы вопросы обеспечения конфиденциальности, целостности и доступности информационной безопасности и защиты личных данных, и указаны приоритетные направления для эффективной защиты гражданской науки.

С применением этого концептуального подхода по информационной безопасности, в развитии ГН могут быть достигнуты важные результаты.

Литература

1. R.M. Alguliyev, R.G. Alakbarov, T.Kh. Fataliyev, Electronic science: current status, problems and perspectives, Problems of information technology, №2, 2015, pp. 4-14, DOI: 10.25045/jpit.v06.i2.01
2. T.Kh. Fataliyev, Citizen science as a new direction in the development of e-science (azerb.), Journal of Problems of Information Society, №1, 2014, pp. 57-64.
3. ECSA, www.ecsa.citizen-science.net
4. J.P. Cohn, Citizen science: Can volunteers do real research?, BioScience, Vol. 58, No. 3, 2008, pp. 192-197.
5. A. Bowser et al., “Sharing data while protecting privacy in citizen science”, Interactions, Vol. 21, Issue 1, 2014, pp. 70-73.
6. T. Scassa, H. Chung. “Typology of citizen science projects from an intellectual property perspective”, Wilson center – Commons Lab, 2015, <https://clck.ru/G5Khq>
7. B. Sullivan, et al., “The eBird enterprise: An integrated approach to development and application of citizen science”, Biological Conservation 169, 2014, pp.31-40.
8. A. Bowser, K. Shilton, J. Preece, E. Warrick. “Accounting for Privacy in Citizen Science: Ethical Research in a Context of Openness”, 2017, <https://clck.ru/G5Khq>
9. OECD Guidelines on the Protection of Privacy and Transborder, <https://clck.ru/G5Kiv>
10. T.Kh. Fataliyev, “Security provision issues of e-science, Problems of information society”, №1, 2016, pp. 50-55, DOI: 10.25045/jpis.v07.i1.06

УДК 004:681.5

**МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ТОПЛИВОПИТАНИЯ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННОЙ СЕТИ****MODELING OF THE FUEL SUPPLY SYSTEM USING A NEURAL NETWORK**^{1,2}Черникова М.А.,¹Институт механики им. Р.Р. Мавлютова – обособленное структурное подразделение
Федерального государственного бюджетного научного учреждения
Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук
г. Уфа, Российская Федерация²Уфимский государственный нефтяной технический университет,
ул. Космонавтов, 1, г. Уфа, Республика Башкортостан, 450062, РоссияМ.А. Chernikova^{1,2},¹Institute of Mechanics named after R.R. Mavlyutov – Autonomous structural subdivision
of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences,
Ufa, Russian Federation²Ufa State Petroleum Technological University,
Kosmonavtov Str., 1, Ufa, Republic of Bashkortostan, 450062, Russia

e-mail: Chernikovamarina18@gmail.com

Аннотация. В работе рассматривается система топливопитания газотурбинного двигателя для беспилотного летательного аппарата, в частности, модель агрегата дозирования топлива, как основного элемента системы. Приведены схемы и описания работы системы топливопитания и ее части: агрегата дозирования топлива. Предложена модель агрегата дозирования топлива для представления его работы в среде имитационного моделирования *Simulink*. В модели реализован блок нейронной сети, использующий отклонение сервопоршня агрегата от начального положения в зависимости от управляющего сигнала при различных заданных величинах жиклеров. Так как изменение величины жиклеров может произойти случайно, в ходе работы агрегата: при попадании механической частицы в топливо, то такой учет изменения необходим при работе всей системы автоматического управления газотурбинным двигателем. Необходимо отметить, что подход к моделированию агрегата дозирования топлива и двигателя совпадают, что дает возможность работать моделям в едином стиле. Приведены результаты моделирования, которые показали, что полученный расход топлива, в ходе моделирования агрегата дозирования топлива входит в диапазон работы реального агрегата, что показывает правомерность такого подхода к моделированию и исследованию системы топливопитания.

Abstract. The paper considers the fuel supply system of a gas turbine engine for an unmanned aerial vehicle, in particular, a model of a fuel metering unit as the main element of the system. The schemes and descriptions of the operation of the fuel supply system and its parts: a fuel metering unit. A model of a fuel metering unit is proposed to represent its work in the *Simulink* simulation environment. The model has a neural network block that uses the deviation of the servo unit of the aggregate from the initial position depending on the control signal at various specified values of the nozzles. Since the change in the size of the nozzles may occur randomly during the operation of the unit: if a mechanical particle hits the fuel,

such an account of the change is necessary when the entire automatic control system of the gas turbine engine is operating. It should be noted that the approach to modeling the fuel and gas dosing unit is the same, which makes it possible for the models to work in the same style. The simulation results are shown, which showed that the resulting fuel consumption during the simulation of the fuel metering unit is in the range of the real unit, which shows the validity of this approach to modeling and research of the fuel supply system.

Ключевые слова: моделирование, система топливопитания, агрегат дозирования топлива, нейронная сеть, матричный подход.

Keywords: modeling, fuel supply system, fuel metering unit, neural network, matrix approach.

Система топливопитания (СТ) – в двигателях служит для подачи топлива из топливного бака к топливной рейке, избыток топлива через регулятор давления возвращается в бак. В авиационной технике используется такой же принцип для подачи топлива в газотурбинный двигатель (ГТД).

Для управления работой ГТД необходимо качественное управление изменением расхода топлива. При этом следует учитывать режимы полета летательного аппарата (ЛА), изменения высоты и температуры воздуха, особенностей изменения процессов в двигателе.

Современная СТ авиационного ГТД включает в себя несколько автоматических устройств, которые обеспечивают эффективное и безопасное использование возможностей двигателя на различных этапах полета.

СТ двигателя состоит из трех частей: системы кондиционирования топлива, системы подачи топлива на запуске двигателя, система дозирования топлива на основных режимах работы двигателя. Более подробно, как функционирует СТ написано в работе [1].

Рассмотрим принципиальную схему СТ на примере короткоресурсного ГТД (рисунок 1).

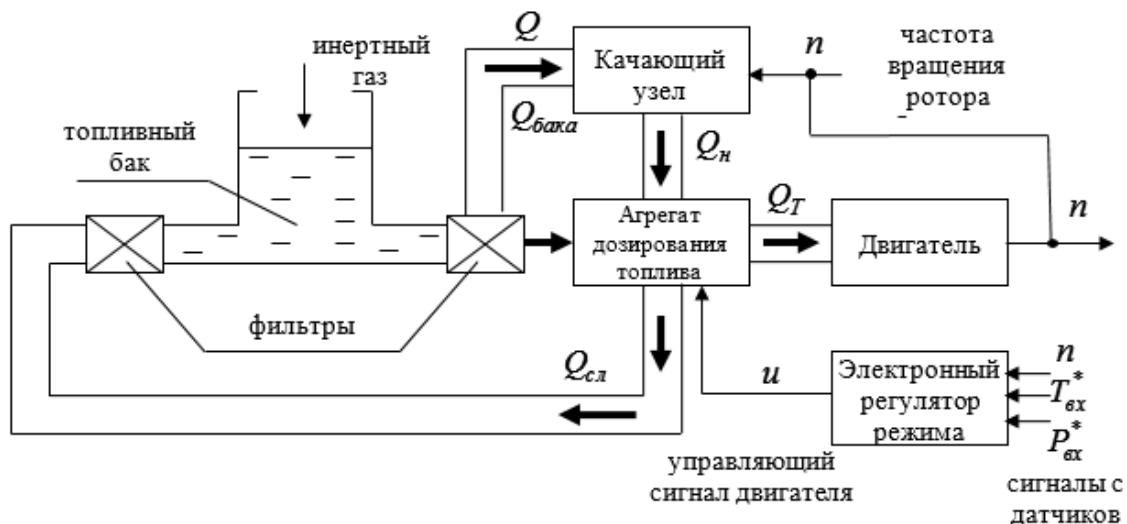


Рисунок 1. Принципиальная схема короткоресурсного ГТД.

Схема функционирует следующим образом.

Из топливного бака топливо выдавливается инертным газом (азотом или гелием). Хотя по схеме топливный бак показан в единственном экземпляре, на самом

деле их несколько, топливо дозируется в соответствии с циклограммой: немного из 1-го, затем из 6-го, затем из 2-го и т.д. Делается это для того чтобы не смещался центр тяжести ЛА. Далее через систему фильтров топливо попадает на вход качающего узла. Конструктивно качающий узел есть не что иное, как обыкновенный насос шестеренчатого вида для беспилотного летательного аппарата (БПЛА). Их преимущество состоит в соотношении производительности, габаритов и веса при минимальных величинах последних. К недостаткам данного вида насосов следует отнести тот факт, что при постоянной частоте вращения их производительность тоже есть величина постоянная. Поскольку чаще всего качающий узел приводится во вращение от двигателя, то налицо местная положительная обратная связь, что необходимо учитывать при проектировании САУ в целом. Топливо от качающего узла (Q_n) поступает в агрегат дозирования топлива (АДТ).

Основной перечень элементов, из которых состоит АДТ:

- клапан постоянного давления (КПД), выполняющий роль гидростабилизатора для поддержания постоянной величины давления на регулировочных элементах;
- сервопоршень дроссельной иглы – силовой элемент, обеспечивающий перемещение дозирующей иглы по сигналу электронного регулятора режима двигателя;
- дроссельная игла;
- клапан постоянного перепада (КПП), обеспечивающий поддержание постоянной величиной разницы давлений на кромках дозирующей иглы;
- распределительный клапан, распределяющий топливо по контурам топливного коллектора (или нескольких коллекторов).

АДТ необходим для того, чтобы обеспечить необходимое количество топлива в двигатель, для поддержания его параметров, но при условии излишних высоты и скорости полета, т.е. P_{ex}^* и T_{ex}^* . В процессе полета беспилотного ЛА выдерживается программа управления $n = n_{max} = const$. При этом ЛА совершает маневры: летит около земли с максимальной скоростью или поднимается на высоту и далее парит до появления цели. При этом, при $n_{max} = const$ расход топлива в двигатель меняется от нескольких десятков кг/час до 0,1...0,2 кг/час. Скорость же вращения турбокомпрессора должна быть постоянной. Перепуск избытка топлива осуществляет КПП, т.к. насос имеет постоянную производительность. Другими словами, топливо циркулирует по кругу: из бака в качающий узел, потом АДТ и снова через систему фильтров в бак. Основным элементом СТ является АДТ. Процессы, происходящие при работе АДТ, оказались достаточно нелинейными и значительно влияющими на работу всей САУ в целом [2].

Система уравнений, описывающих динамику движений сервопоршня дроссельной иглы, включает уравнение сил на подвижном элементе (поршне) и уравнения балансов расхода слева и справа от сервопоршня при условии, что рабочая жидкость (топливо) считается несжимаемой.

Система уравнений может включать в себя большое количество уравнений с большим порядком, что для моделирования АДТ очень сложно реализовать, а проведение самого моделирования работы АДТ может занять значительное время. Поэтому предлагается использовать подход, описанный в работе [3], в котором используется матрица значений нелинейных зависимостей динамической характеристики ГТД и дальнейшее представление в виде нейронной сети [4]. Целью работы является разработка модели АДТ на основе матричного подхода и нейронной сети.

Постановка задачи

Рассмотрим конструктивную схему АДТ в БПЛА (рисунок 2). Более подробное описание работы АДТ можно найти в статье [5]. На рисунке 2 показана часть схемы АДТ, разъясняющая работу поршня с точки зрения его перемещения в функции управляющего сигнала от электромагнитного клапана (ЭМК).

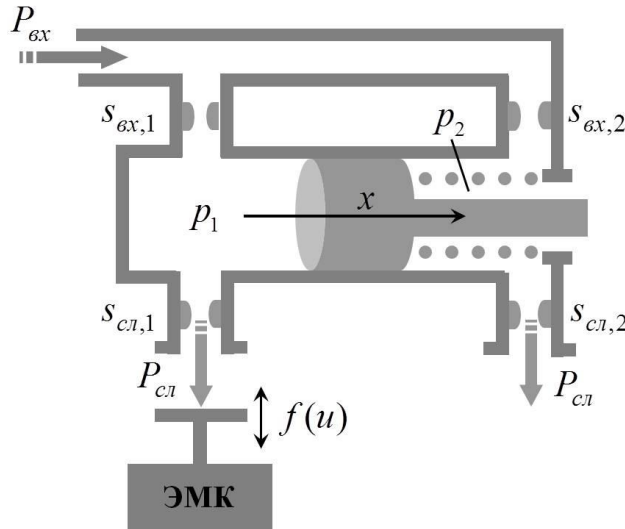


Рисунок 2. Принципиальная схема АДТ.

где $s_{вхi}$ ($i = 1, 2$) – площадь прохода жидкости на входе (в жиклерах);
 $s_{слиi}$ ($i = 1, 2$) – площадь прохода жидкости на сливе;
 $P_{вх}$ – давление жидкости на входе в полость сервопоршня;
 $P_{сл}$ – давление жидкости на выходе (сливе) из полости сервопоршня;
 p_1 и p_2 – давления в левой и правой полостях сервопоршня соответственно.

Приведено сравнение результатов численных расчетов по предложенной математической модели с экспериментальными данными при различных значениях жиклеров (рисунок 3).

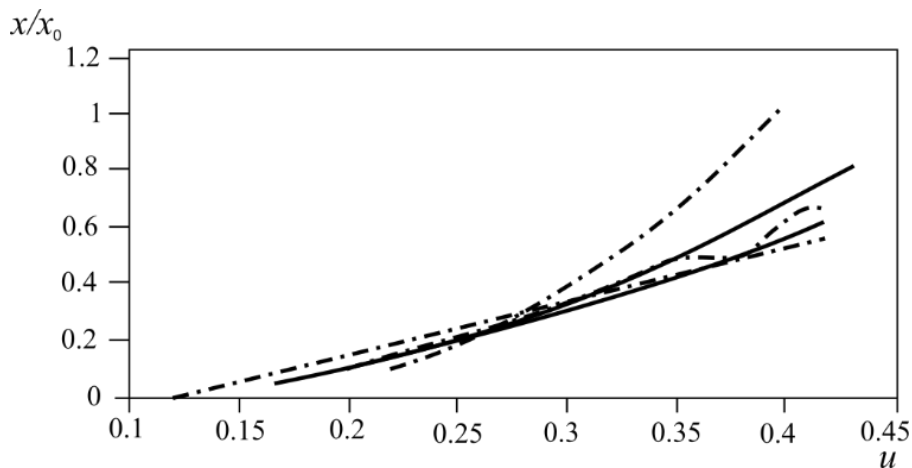


Рисунок 3. Отклонение сервопоршня от начального положения $\Delta x / x_0$ в зависимости от управляющего сигнала u для различных значений жиклеров $s_{ex,i} / \alpha, s_{сл,i} / \alpha$ ($i = 1, 2$): 1 – $\alpha = 1$; 2 – $\alpha = 2.5$; 3 – $\alpha = 4$, полученные при численных расчетах (линии) и экспериментально (пунктир).

На данном рисунке представлено отклонение сервопоршня от начального положения $\Delta x / x_0$ в зависимости от управляющего сигнала u при заданных величинах жиклеров $s_{ex,i}, s_{cl,i}$ ($i = 1, 2$) (кривая 1) и при их одновременном уменьшении в 2.5 (кривая 2) и 4 (кривая 3) раза, а также экспериментальные зависимости, полученные при исследовании элемента на полунатурном стенде (пунктир) [3].

Изменение площади жиклера (и других конструктивных параметров) может производиться целенаправленно на испытательном стенде, что позволяет выбрать наиболее приемлемую статическую характеристику элемента. Однако подобное изменение может произойти и случайно, например, при попадании механической частицы в рабочую жидкость, что крайне нежелательно.

Для того чтобы представить АДТ в виде модели, на вход которой поступает управляющий сигнал u с регулятора, а на выходе формируется сигнал расхода топлива Q , используют формулу:

$$Q = a \mu f_{и}(x) \sqrt{\Delta P} \quad (1)$$

Расход топлива зависит от нескольких параметров: $a = \sqrt{\frac{2}{\rho}}$ – коэффициент, зависящий от величины плотности топлива ρ , который, в свою очередь, зависит от температуры топлива (T). Коэффициент a нельзя принимать постоянной величиной, так как температура топлива меняется при различных режимах работы АДТ.

В формулу расчета расхода топлива (1) входит коэффициент истечения жидкости (μ), который характеризуется как отношение возможного расхода топлива к реальному. Этот коэффициент будем считать постоянным и равным 0.7.

Параметр $f_{и}(x)$ – площадь дроссельной иглы считается величиной переменной, если неизвестно точное положение сервопоршня;

ΔP – перепад давления – величина переменная, хотя считается, что она поддерживается КПП давления.

Таким образом, расход топлива есть величина, зависящая от нескольких факторов одновременно.

Необходимо разработать модель АДТ как функцию $Q = f(u)$ на основе матричного подхода и нейронной сети.

Блок модели АДТ в среде «Simulink» представлен на рисунке 4.

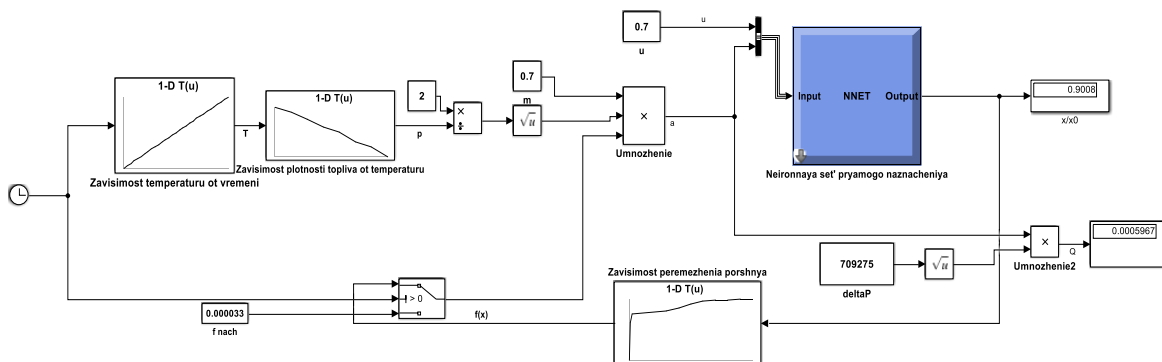


Рисунок 4. Блок модели АДТ в среде имитационного моделирования «Simulink».

**Логика работы блока модели АДТ
в среде имитационного моделирования Simulink.**

На вход блока модели АДТ поступает два сигнала: управляющий сигнал (u) с регулятора САУ ГТД и сигнал значения времени моделирования работы всей системы (t).

Сигнал u поступает на вход блока «*Neironnaya set' pryamogo naznacheniya*».

Сигнал t поступает на вход блока «*Zavisimost' temperatury u toplivaott*» на выходе которого формируется сигнал температуры топлива (T_T).

Далее сигнал T_T поступает на вход блока «*Zavisimost' plotnosti topliva ot temperatury*», реализующий зависимость плотности топлива ($\rho(T_T)$) от температуры топлива (в данном случае выбрана зависимость для топлива Т-6) на выходе которого формируется сигнал плотности топлива ρ .

Сигнал ρ поступает на вход блока для расчета параметра a .

В то же время значение t поступает на вход блока «*Uslovie*», который формирует сигнал на выход: $f_n(x)$, если $t=0$, то на выходе формируется сигнал $f_n^0(x)=0.000033$, иначе $f_n(x)$, который поступает с блока «*Zavisimost' f(x)*».

Сигналы $f_n(x)$, a и константа μ поступают на вход блока «*Umnozhenie*», который формирует сигнал α , поступающий вместе с сигналом u на вход блока «*Neironnaya set' pryamogo naznacheniya*», на выходе которого формируется сигнал $\Delta x/x_0$, который поступает на вход блока «*Zavisimost peremezhnenia porshnya*».

Сигнал α , сформированный после блока «*Umnozhenie*» поступает на 1-й вход блока «*Umnozhenie2*», а на вход поступает значение корня от перепада давления в клапане $\sqrt{\Delta P}$.

На входе блока «*Umnozhenie2*» формируется значение расхода топлива Q .

Результаты моделирования.

Результаты моделирование СТ с использованием нейронной сети приведены в таблице 1 и 2. (1 – для перепада давления $\Delta P=5$ атм. и $\Delta P=7$ атм).

Таблица 1 – Результаты работы модели АДТ и сравнение с экспериментальными данными для перепада давления $\Delta P=5$ атм.

	u	Q_{mod}	Q_{mod} (л/ч)	$Q_{эксп. диапазон}$
1	0.1	0.00055863	2011 л/ч	
2	0.2	0.0006487	2335 л/ч	400-700 л/ч
3	0.3	0.0005902	2127 л/ч	500-2600 л/ч
4	0.4	0.0005687	2047 л/ч	1000-4500 л/ч
5	0.5	0.0004824	1737 л/ч	1600-6500 л/ч
6	0.6	0.0005006	1802 л/ч	3300-9300 л/ч

Таблица 2 – Результаты работы модели АДТ и сравнение с экспериментальными данными для перепада давления $\Delta P=7$ атм.

	u	Q_{mod}	Q_{mod} (л/ч)	$Q_{эксп. диапазон}$
1	0.1	0.0004956	1784 л/ч	
2	0.2	0.0003178	1144 л/ч	400-700 л/ч
3	0.3	0.0004918	1770 л/ч	500-2600 л/ч
4	0.4	0.0004808	1731 л/ч	1000-4500 л/ч
5	0.5	0.0004077	1468 л/ч	1600-6500 л/ч
6	0.6	0.0004231	1523 л/ч	3300-9300 л/ч

В таблицах 1 и 2 представлены результаты работы модели АДТ (Q_{mod}), а также эти значения переведены в л/ч. Как видно из таблиц, полученные значения расхода топлива $Q_{вход}$ входят в рабочий диапазон АДТ, полученный экспериментальным путем.

Выводы

Разработана модель АДТ на основе матричного подхода и нейросетевого алгоритма. Полученные результаты моделирования показали, что модель работает в том же диапазоне, что и реальный агрегат. Такой результат показывает правомерность предложенного подхода.

Работа выполнена в рамках госзадания № 0246-2018-007.

Литература

1. Система топливопитания двигателя и ее влияние на работу автоматики с учетом физико-механических свойств различных топлив / Денисова Е.В., Черникова М.А. // Труды Института механики им. Р.Р. Мавлютова УНЦ РАН. 2016. Т.11. №1. С. 107-11.
2. Денисова Е.В., Насибуллаев И.Ш., Насибуллаева Э.Ш., Черникова М.А. // Известия Уфимского научного центра Российской академии наук. 2014. №4. С. 17-23.
3. Денисова Е.В. Матричный подход к моделированию газотурбинного двигателя с использованием нейронных сетей / Е.В. Денисова, А.Б. Мигранов, М.А. Черникова // Современные наукоемкие технологии. 2018. №3. С. 35-40.
4. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.: ил. – Парал. тит. англ.
5. Денисова Е.В., Насибуллаева Э.Ш., Насибуллаев И.Ш. Исследование динамических процессов в элементах топливной автоматики // Мехатроника, автоматизация, управление, 2014. №5(158). С. 31-36.

УДК 004.942

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ УРАВНЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНОГО БАЛАНСА ПРИ ОЦЕНКЕ ИЗМЕНЕНИЯ КОНТАКТОВ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ЗАЛЕЖИ

CHARACTERISTICS OF EMPLOYING THE MATERIAL BALANCE EQUATION FOR EVALUATING GAS-OIL AND OIL-WATER CONTACTS OF OIL AND GAS RESERVOIRS

Бойко С.И., Исламов Р.Р.,
Уфимский государственный нефтяной технический университет,
ул. Космонавтов, 1, г. Уфа, Республика Башкортостан, 450062, Россия

S.I. Boiko, R.R. Islamov,
Ufa State Petroleum Technological University,
Kosmonavtov Str., 1, Ufa, Republic of Bashkortostan, 450062, Russia

e-mail: boiko.sta@gmail.com

Аннотация. Для прогнозирования разработки и показателей эксплуатации месторождений повсеместно используются различные аналитические модели объектов.

Одним из вариантов аналитической модели является модель, основанная на уравнении материального баланса.

Ключевой особенностью разработки нефтегазовых залежей является возможность миграции нефти в газовую шапку, что приводит к существенному уменьшению коэффициента извлечения нефти за счет защемления нефти в газовой шапке, поэтому важно уметь прогнозировать положение контактов.

Использование модели материального баланса, наряду с информацией о геометрии залежи, позволяет получить быструю оценку изменения продвижения контактов при различной истории отборов.

В данной работе описывается алгоритм модели, основанной на уравнении материального баланса, которая позволяет прогнозировать положение газонефтяного контакта и водонефтяного контакта. Был реализован расчётный модуль, позволяющий решать уравнение материального баланса для сложных трёхфазных систем с помощью итерационных численных методов решения уравнений. Был реализован и модуль для расчёта положения контактов на основе данных о геометрии залежи и решения уравнения материального баланса. Также описаны возможные проблемы, связанные с применением данной модели и пути её дальнейшего развития и улучшения.

Abstract. To predict the development and indicators of field exploitation, various analytical models of objects are used in all fields of work. One of the variants of the analytical model is a model based on the material balance equation.

The key feature of the development of oil and gas reservoirs is the possibility of oil migration into the gas cap, which leads to a significant decrease in the oil recovery rate due to pinching of oil in the gas cap, so it is important to be able to predict the position of contacts.

Using the model of material balance, along with information about the geometry of the reservoir, allows you to get a quick assessment of the change in the moving of contacts (GOC and WOC) for different production histories.

This paper describes an algorithm for a model based on the material balance equation, which makes it possible to predict the position of a gas-oil contact and an oil-water contact. A calculation module was implemented that allows solving the material balance equation for complex three-phase systems using iterative numerical methods for solving equations. A module for calculating the position of contacts based on data on the geometry of the deposit and solving the material balance equation was also implemented. It also describes possible problems associated with the use of this model and ways for its further development and improvement.

Ключевые слова: материальный баланс, газонефтяной контакт, моделирование разработки, нефтегазовое месторождение, пластовое давление.

Keywords: material balance equation, gas-oil contact, modeling of production, oil and gas reservoir, reservoir pressure.

Уравнение материального баланса, при всей своей простоте и универсальности, не учитывает распределения давления по пласту, оперирует осреднёнными показателями и «средней скважиной», что снижает точность прогноза и ограничивает применимость модели. Также положение контактов в модели задано в неявном виде, что затрудняет оценку продвижения контактов.

Для улучшения модели материального баланса были выбраны направления:

– оценки условий применимости модели и факторов, влияющих на точность прогнозирования показателей разработки;

– разработка алгоритма прогнозирования движения ГНК и ВНК с помощью данной модели.

Прогнозирование положения ГНК позволит решать ряд задач мониторинга разработки нефтегазовых месторождений. Например, зная положение ГНК можно точно определить границы газонефтяной зоны, что позволит повысить эффективность ГТМ. Также полученная модель свяжет в одной системе уровни запасов, историю разработки и динамику ГНК, что позволит находить или уточнять любой из этих параметров по данным о двух других параметрах.

Для оценки применимости и корректности прогнозов была поставлена задача сравнения результатов расчёта с применением модели трехфазного материального баланса и ГДМ на синтетических секторных моделях.

Алгоритм прогноза ГНК и ВНК должен учитывать, помимо закачки и добычи флюидов и их расширения, остаточные насыщения флюидами при движении ГНК или ВНК и позволять оценить защемлённые запасы нефти и газа. Прогнозирование положения контактов позволяет оценить изменение коэффициента извлечения из-за защемления нефти в газовой шапке при продвижении ГНК, учесть обводнение скважин при поднятии ВНК.

Схема проверки заключается в следующем: составлялась некоторая секторная модель с нужными коллекторскими свойствами, начальными запасами, типом разработки и PVT-свойствами. Затем эта секторная модель рассчитывалась в ГДМ; так получали историю разработки, динамику запасов, динамику давления и динамику контактов. В модуль материального баланса вносили начальные параметры секторной модели и историю разработки из ГДМ, получали расчётную динамику давления, запасов и контактов. Наконец, проводили сравнение динамики давления, запасов и контактов, полученных в ГДМ и в модели материального баланса. Ниже представлена схема проверки.

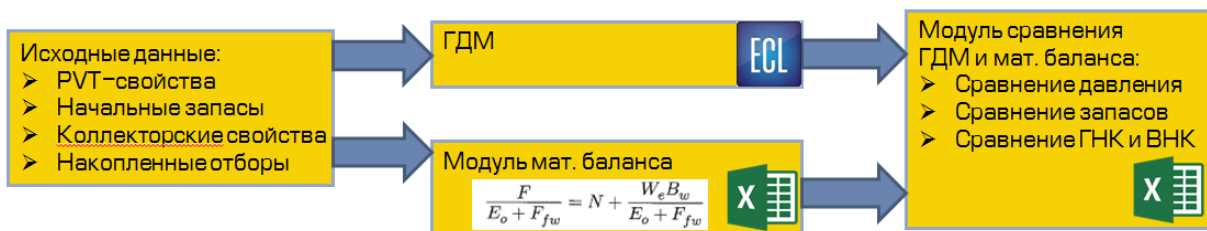


Рисунок 1. Схема проверки модуля материального баланса.

Для оценки применимости модели материального баланса необходимо было найти основные ограничивающие факторы и их критические значения. Для этого составлялись группы моделей, в каждой из которых варьировался только один параметр. Сравнивая точность прогноза давления и запасов по каждой группе, искали наиболее сильно влияющие на точность прогноза параметры и их критические значения.

Проверка проводилась как по ГФХ пласта, так и по параметрам разработки и PVT-свойствам флюидов. Проверялось влияние проницаемости, сжимаемости породы и каждого из флюидов, остаточных насыщенных, газонасыщенности нефти, темпов добычи (депрессии), уровню компенсации, начального положения контактов.

Было установлено, что сильнее всего влияют на точность прогнозов проницаемость пласта и уровень текущей компенсации, причём только при совместном влиянии. Остальные параметры либо практически не влияли на точность прогноза, либо их влияние было вторичным по сравнению с проницаемостью и уровнем компенсации.

За границы применимости модели были приняты минимальная проницаемость в 2 мД и уровень компенсации в 0,9 д.е.

Чтобы теоретически оценить применимость уравнения материального баланса, рассмотрим вывод уравнения материального баланса. Часто уравнение материального баланса выводят и доказывают прямым составлением, то есть, напрямую применяя принцип сохранения массы. Этот подход прост и быстр, однако он не даёт чёткого представления о границах применимости и возможных ограничениях уравнения материального баланса.

Тем не менее, уравнение материального баланса можно получить и более строгим методом; интегрируя уравнение неразрывности по объёму пласта и по времени разработки. Уравнение неразрывности представляет собой прямое следствие закона сохранения массы и закона Дарси, записанных в дифференциальной форме. Таким образом, уравнение неразрывности представляет собой уравнение микроскопического материального баланса.

$$\frac{\partial \left(\frac{\phi}{B} \right)}{\partial t} + \frac{1}{r} \frac{\partial \left(\frac{ur}{B} \right)}{\partial r} = 0.$$

Рисунок 2. Уравнение неразрывности

Подробно вывод уравнения материального баланса интегрированием уравнения неразрывности представлен в учебнике М. Уолша и Л. Лейка [1, с. 138]. Хотя подробный вывод здесь приведён не будет, важно отметить, что весь вывод делится на три этапа:

- 1) Интегрирование уравнения неразрывности по объёму пласта;
- 2) Замена поля параметров (пористости, объёмного коэффициента, насыщенности флюидами) на осреднённые значения этих параметров;
- 3) Интегрирование полученного уравнения по времени.

Интегрирование само по себе не вводит новых ограничений или погрешностей. Замена же поля параметров на средние значения вносит, т.к. происходит замена среднего произведения на произведение средних:

$$\sum \overline{S_t \varphi / B_t} \approx \sum \bar{\varphi} * \frac{\bar{S}_t}{\bar{B}_t}$$

Такая замена верна только при низких градиентах данных параметров. Поскольку объёмный коэффициент зависит от давления, а насыщенность зависит от закачки и отборов флюидов, то это условие равносильно низким градиентам давления и равномерности насыщения по пласту.

Высокие градиенты давления наблюдаются около скважин в воронках депрессии и репрессии. Значительную площадь воронки депрессии и репрессии занимают при низкой проницаемости пласта. Значит, при низкой проницаемости пласта будут наблюдаться высокие градиенты объёмных коэффициентов на значительной площади. Неравномерность насыщения по пласту наблюдается в случае закачки в пласт воды.

Таким образом, модель материального баланса должна давать высокие погрешности при низкой проницаемости пласта и высоких уровнях закачки (компенсации).

Модуль решения уравнения материального баланса реализован в Excel.

Уравнение решается относительно пластового давления.

Решение проводится итерационно методом Ньютона.

Итоговая форма уравнения материального баланса, используемая в модуле для нахождения пластового давления:

$$\begin{aligned}
 & N_p(B_o - R_s B_g) + G_p B_g + W_p B_w - G_i B_g - W_i B_w = \\
 & = N_i[(B_o - B_{oi}) + (R_{si} - R_s)B_g] + mN_i B_{oi} \left(\frac{B_g}{B_{gi}} - 1 \right) \\
 & + \frac{N_i B_{oi}}{S_{oi}} \left[c_f(P_i - P) + (1 - S_{oi}) \left(\frac{B_w}{B_{wi}} - 1 \right) \right] \\
 & + \frac{mN_i B_{oi}}{S_{gi}} \left[c_f(P_i - P) + (1 - S_{gi}) \left(\frac{B_w}{B_{wi}} - 1 \right) \right] + W_e B_w
 \end{aligned}$$

В качестве исходных данных для работы модуля используются данные истории разработки, динамики давления, рассчитанные в модели материального баланса, данные по остаточным насыщенностям и PVT-свойства, также закладываемые в модель материального баланса, и функция объёма части пласта над заданной глубиной.

Как видно, источниками данных для модуля прогнозирования положения контактов является модель материального баланса и функция геометрии пласта, строящаяся независимо от материального баланса.

На текущий момент функция объёма пласта от глубины построена только для залежей с простой геометрией.

Как и модель материального баланса, модуль прогноза положения контактов ведёт расчёт циклами.

В течение каждого цикла модуль рассчитывает защемлённые и остаточные запасы, подвижные запасы, положение контактов и обновляет экстремумы положения контактов.

Схема расчёта одного цикла представлена на рисунке 3.



Рисунок 3. Схема работы алгоритма расчёта положения контактов.

Из экстремумов положения контактов получают максимальные газонасыщенные и нефтенасыщенные толщины. Затем для этих толщин через остаточные насыщенности рассчитывают остаточные запасы. Получают несколько зон пласта с известными объемами, определенными через экстремальные положения контактов, и различными свободными поровыми объемами, определенными по остаточным насыщенностям. Затем по полученной структуре порового пространства пласта распределяются подвижные запасы флюидов. И, наконец, по функции геометрии пласта и полученным объемам газонасыщенной толщины и нефтенасыщенной толщины определяют положение контактов на данный шаг цикла. В конце проводят проверку экстремальности текущих ГНК и ВНК.

Модуль предполагает, что флюиды в пласте, не считая остаточной насыщенности, полностью дифференцированы по плотности, а контакты представляют собой горизонтальные поверхности без переходных зон. В реальных пластах эти допущения не всегда выполняются. Так, в реальных пластах часто наблюдается переходная зона, в которой насыщенность занимает среднее положение между «чистой» нефтью и «чистым» газом, из-за этого ГНК скорее представляет собой объемное тело, нежели поверхность. Такое положение ГНК и ВНК несколько усложняет проверку модуля прогноза положения контактов и вводит дополнительные погрешности. Сильно ограничивает применение модуля прогноза контактов допущение о дифференциации флюидов. Такое допущение соответствует истине только если закачки нет или воду закачивают за внешний контур нефтеносности. Следовательно, прогнозировать ВНК можно только в небольшом количестве случаев.

Проверка работы модуля прогнозирования контактов проводилась на синтетических секторных моделях с газовой шапкой и без закачки воды. В среднем ошибка прогноза положения ГНК составила около 2,5 м за 30 лет, что немногим больше зоны с переходной насыщенностью.

На рисунке 4 показан пример прогноза ГНК для модели со средними значениями ГФХ и темпами разработки.

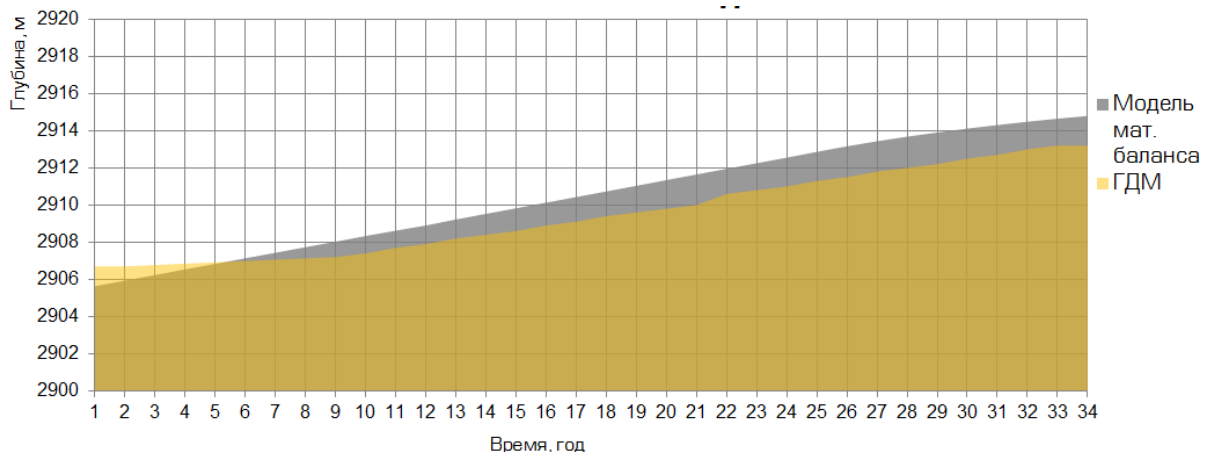


Рисунок 4. Прогноз положения ГНК в синтетической секторной модели.

Выводы

В ходе данной проектной работы были достигнуты следующие результаты:

- Был разработан и реализован в Excel алгоритм прогнозирования положения ГНК на основе модели материального баланса. Точность прогноза ГНК составила в среднем 2,5 м;

– Оценены границы применимости модели трехфазного материального баланса. Установлено, что при проницаемости пласта ниже 2 мД и уровне компенсации выше 0,9 неточность прогноза запасов и давления становится неприемлемой.

Литература

1. Уолш М., Лейк Л. Первичные методы разработки месторождений углеводородов. – Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2008. – 672 с.
2. Дейк Л.П. Основы разработки нефтяных и газовых месторождений. – М.: «Премииум Инжиниринг» – 2009. – 570 с.

УДК 004:620.179.11

МИНИМИЗАЦИЯ ЗАТРАТ ПРЕДПРИЯТИЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТ ПО ПЛАЗМЕННОЙ ПОВЕРХНОСТНОЙ ЗАКАЛКЕ ПОДКРАНОВЫХ РЕЛЬСОВ

MINIMIZATION OF COSTS WHEN PERFORMING WORKS ON PLASMA SURFACE HARDENING OF THE CRANE RAILS

- ¹Ерофеев В.В., ²Ерофеев С.В., ³Шарафиев Р.Г., ⁴Коротков В.А., ⁴Агафонов Э.Ж.,
¹ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет»,
 г. Троицк, Российская Федерация
²ООО «ПромСтандарт»,
 г. Челябинск, Российская Федерация
³Уфимский государственный нефтяной технический университет,
 ул. Космонавтов, 1, г. Уфа, Республика Башкортостан, 450062, Россия
⁴ООО «Композит»,
 г. Н.-Тагил Российская Федерация

V.V. Erofeev¹, S.V. Erofeev², R.G. Sharafiev³, V.A. Korotkov⁴, E.J. Agafonov⁵,
¹Of the “South-Ural state agrarian University”, Troitsk, Russian Federation
²LLC Promstandart, Chelyabinsk, Russian Federation
³Ufa State Petroleum Technological University,
 Kosmonavtov Str., 1, Ufa, Republic of Bashkortostan, 450062, Russia
⁴LLC Composite, G. N.-Tagil Russian Federation

e-mail: ervv52@mail.ru

Аннотация. В настоящей статье, на примере плазменной поверхностной закалки подкрановых рельсов предложена методика минимизации затрат предприятия при выполнении работ по упрочнению рабочих поверхностей головки рельсов путем снижения стоимости работ по закалке, монтажу и демонтажу изношенных рельсов, увеличения их межремонтных сроков в течение всего периода эксплуатации. Данная методика базируется на результатах экспериментальных исследований отечественных ученых, посвященных выявлению основных закономерностей процесса закалки сталей различного класса, и установлению рациональных технологических режимов закалки, обеспечивающих максимальную износостойкость и рабочий ресурс закаляемых поверхностей, при минимальных затратах предприятия на восстановление изношенных

рельсов. В рамках проведенных исследований была выявлена взаимосвязь между основными технологическими параметрами процесса закалки: производительностью P_z и глубиной закаленного слоя Z_z и коэффициентом увеличения срока службы закаленного рельса $K_{сз}$ и на их основе установлена оптимальная величина производительности процесса закалки $P_{зонт}$, гарантирующая максимальную эффективность расхода средств предприятия на выполнение закалки. Предлагаемая методика может быть использована при оценке эффективности расхода средств предприятий на выполнение работ по закалке других видов деталей и оборудования (типа подкрановых колес, шестерней и т.п.) путем корректировки расходов на монтаж и демонтаж, материал изделия и предельную величину износа трущихся поверхностей.

Abstract. In this article, on the example of plasma surface hardening of crane rails, a method of minimizing the costs of the enterprise in the performance of work on strengthening the working surfaces of the rail head by reducing the cost of work on hardening, installation and dismantling of worn rails, increasing their turnaround time during the entire period of operation. This technique is based on the results of experimental studies of domestic scientists devoted to the identification of the basic laws of the process of hardening of steels of different classes, and the establishment of rational technological modes of hardening, providing maximum wear resistance and service life of the hardened surfaces, with minimal costs to restore worn rails. Within the framework of the conducted studies, the relationship between the main technological parameters of the hardening process was revealed: the productivity of the PZ and the depth of the hardened ZZ layer and the coefficient of increasing the service life of the hardened KSE rail and on their basis, the optimal value of the productivity of the pzopt hardening process is established, which guarantees the maximum efficiency of the enterprise's funds consumption for quenching. The proposed method can be used to assess the effectiveness of the cost of enterprises to perform work on hardening of other types of parts and equipment (such as crane wheels, gears, etc.) by adjusting the cost of installation and dismantling, product material and the limit value of wear rubbing surfaces

Ключевые слова: подкрановые рельсы, оптимизация режимов плазменной закалки.

Keyword: Crane rails, optimization of plasma hardening modes.

Поверхностная плазменная закалка является эффективным средством, используемым для повышения износостойкости сопряженных поверхностей трения типа «рельс-колесо» [1, 2 и др.].

В последнее время опубликован целый ряд исследований [3-5 и др.], в которых рассмотрены вопросы по определению технологических параметров плазменной закалки, выбору конструктивных параметров плазматронов, оценке износостойкости закаленных поверхностей, прогнозированию рабочего ресурса сопрягаемых деталей узлов трения и т.п.

Однако, практически не рассмотренными остались вопросы, связанные с разработкой методик по оптимизации технологических режимов плазменной закалки, гарантирующих минимальные затраты предприятия при выполнении закалочных работ.

Рассмотрим методику оптимизации технологических режимов на примере плазменной закалки рельс Р43 [6] (рисунок 1), обеспечивающих максимальную износостойкость поверхности рельсов $K_{из,с}^{max}$, а следовательно и их максимальный срок службы $K_{сз}^{max}$ при использовании установки УДГЗ-200 [2] (таблица 1).

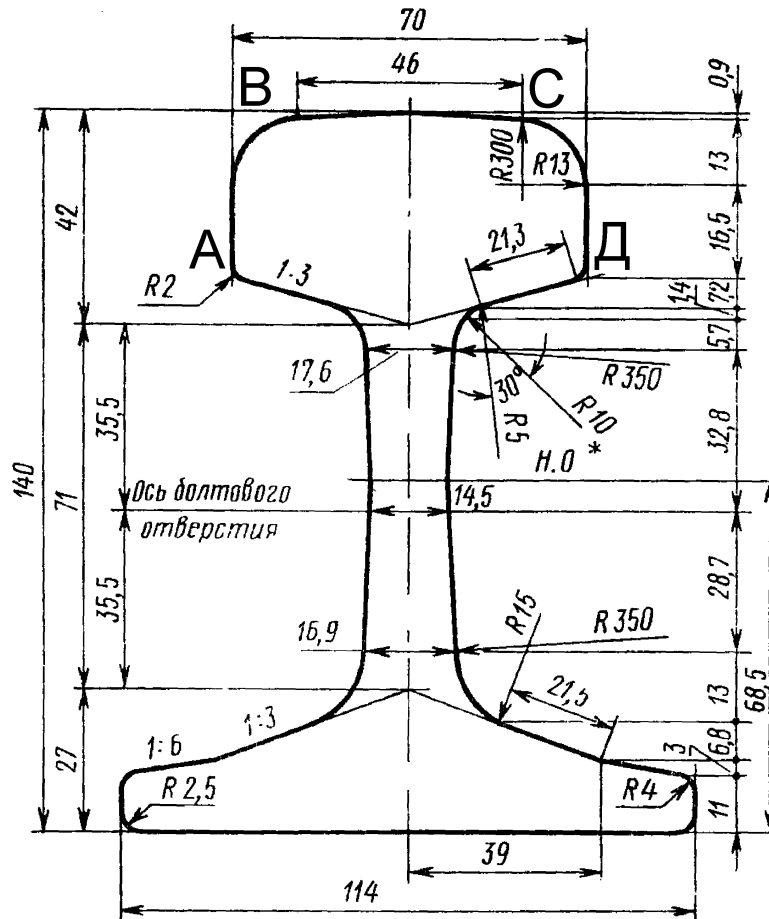


Рисунок 1. Геометрические размеры поперечного сечения рельса Р43 (АВСД – поверхность закалки).

Таблица 1 – Технические характеристики установки УДГЗ-200 [2].

Масса, кг	(20 + 0,5)
Напряжение сети, В	380
Мощность, кВт	10
Производительность, см ² /мин	25...95
Расход рабочего газа (аргона), л/мин	15
Глубина закалки, мм	0,5-1,5
Твердость закалочного слоя, HRC	До 65 (зависит от марки стали)

В работе [7] экспериментально было установлено, что глубина закаленного слоя Z_z зависит от погонной энергии плазменной струи

$$q_n = q/V_z, \text{ (рисунок 2, а).}$$

Здесь V_z – скорость плазменной струи, м/ч;

$q = \eta (I_{\text{зак}} \cdot U_{\text{д}})$ – эффективная мощность плазменной струи, Вт;

$I_{\text{зак}}$ – величина тока плазменной струи, А; $U_{\text{д}}$ – напряжение на дуге, В;

η – коэффициент полезного действия плазменной струи:

$\eta = \eta(l_d, d_o)$, (l_d – длина плазменной дуги, d_o – диаметр отверстия сопла плазматрона).

Так, например, ручная плазменная закалка рельсов, выполненных из стали 65Г при использовании установки УДГЗ-200, как правило, проводится при параметрах: $I_{\text{зак}}=200$ А; $U_{\text{д}}=30$ В; $\eta = 0,5$.

С учетом данных значений $I_{\text{зак}}$; $U_{\text{д}}$; η зависимость глубины закаленного слоя Z_3 от погонной энергии плазменной дуги $Z_3=Z_3(q/V_3)$ (рисунок 2, а) может быть представлена в виде зависимости глубины закалки Z_3 от скорости закалки V_3 в виде $Z_3=Z_3(V_3)$ (рисунок 2,б).

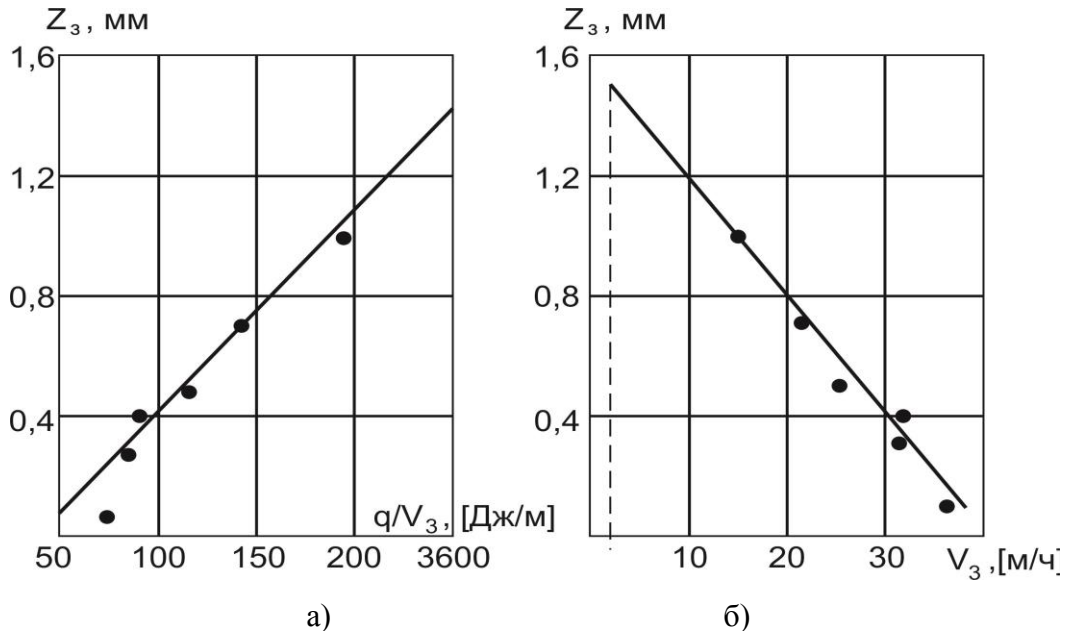


Рисунок 2. Зависимость глубины закаленного слоя Z_3 от погонной энергии плазменной дуги q/V_3 (а) и от скорости плазменной струи V_3 (б) (● экспериментальные данные работы [7]).

Как видно, данные экспериментальные зависимости, (см. рисунки 2: а, б) имеют линейный характер и могут быть представлены аппроксимированными прямыми.

В частности, зависимость $Z_3=Z_3(V_3)$ (рисунок 2, б) может быть представлена в следующем виде

$$Z_3=1,6 - 0,024V_3, \text{ мм}, \quad (1)$$

где V_3 [см/мин] (рисунок 3, а).

Анализ экспериментальных данных, полученных в работах [2, 7] при закалке стали 65Г, позволил установить взаимосвязь между геометрическими параметрами закаляемого слоя: глубиной Z_3 и шириной d (рисунок 3, б).

$$Z_3=0,16d - 1,12, \text{ мм} \quad (2)$$

Полученные закономерности $Z_3(V_3)$ и $Z_3(d)$, представленные на рисунках 3: а, б), позволяют установить связь между глубиной закалки стали 65Г и производительностью процесса закалки рельса Π_3 (рисунок 4).

$$\Pi_3=V_3 \times d \quad (3)$$

Здесь V_3 – скорость закалки, см/мин; d – ширина закалочной полосы, см.

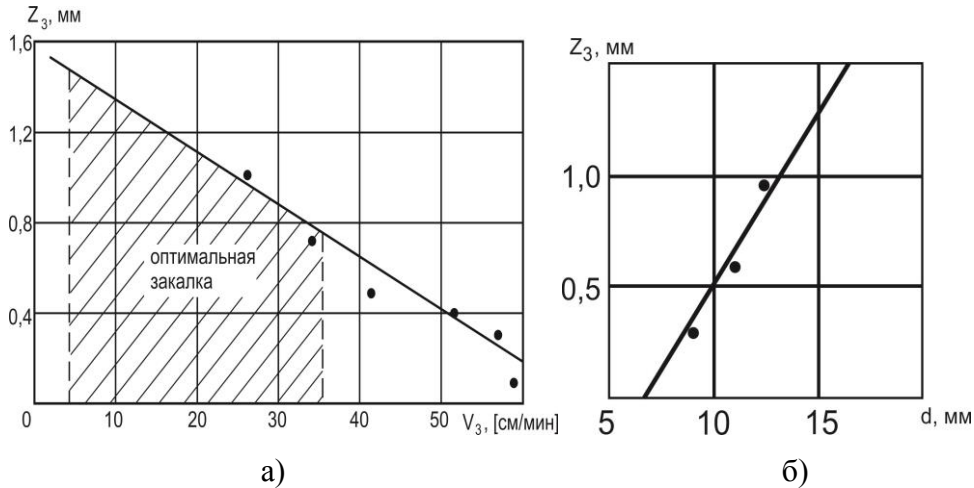


Рисунок 3. Зависимость глубины закаленного слоя Z_3 от скорости плазменной струи V_3 (а) и от его ширины d (б) (● экспериментальные данные работы [7]).

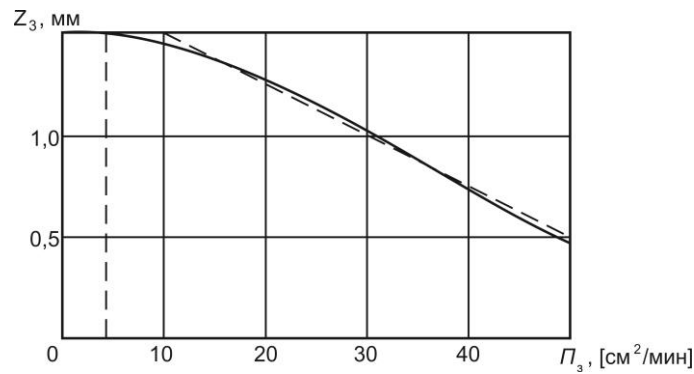


Рисунок 4. Зависимость глубины закалки Z_3 от производительности процесса закалки P_3 (— - экспериментальная зависимость $Z_3 = Z_3(P_3)$; - - - - аппроксимация в виде (4))

В диапазоне значений V_3 [10...60 см/мин] данная зависимость $Z_3 = Z_3(P_3)$ может быть аппроксимирована следующим соотношением

$$Z_3 = 1,75 - 0,025 P_3, \text{ мм}, \quad (4)$$

где P_3 [см²/мин].

Таким образом, в процессе закалки рельс глубина закалочного слоя Z_3 определяется одним параметром: производительностью процесса закалки P_3 .

Коэффициент увеличения срока службы закаленного рельса $K_{сз}$ в соответствие с работой [3] определяется соотношением (5)

$$K_{сз} = 1 + (K_{из,3} - 1) (Z_3 / Z_d), \quad (5)$$

где Z_3 – толщина закаленного слоя, мм;

Z_d – предельная величина износа головки рельса, мм;

$K_{из,3}$ – коэффициент износостойкости поверхности рельса после закалки и приработки [3]

$$K_{из,3} = 1 + a (HRC_{3,п} - HRC_0), \quad (6)$$

где HRC_0 , $HRC_{з,п}$ – соответственно твердость поверхности рельса до закалки и после закалки и приработки (наклепа); a параметр, определяющийся маркой стали.

В соответствие с представленными соотношениями (5) и (6) срок службы закаленного рельса $K_{сз}$ определяется глубиной закаленного слоя $Z_з$, степенью повышения твердости поверхности рельса до закалки и после закалки и приработки (наклепа) $\Delta HRC = HRC_{з,п} - HRC_0$ и маркой стали рельса (параметром a , для стали 65Г: $a=0,15$ [3]).

При закалке рельс конкретной марки стали (т.е. известном значении $a=const$) на режимах, обеспечивающих упрочнение поверхности головки рельса на $\Delta HRC=const$, коэффициент увеличения срока службы закаленного рельса $K_{сз}$ будет зависеть от толщины закаленного слоя $Z_з$ и предельной величины износа головки рельса $Z_{пр}$, определяемой нормативными документами, например, [8].

Таким образом, в качестве критериальной величины, определяющей срок службы закаленного рельса $K_{сз}$, будет выступать величина глубины закаленного слоя $Z_з$, которую можно регулировать путем варьирования параметров режима закалки.

В рассматриваемом случае коэффициент износостойкости поверхности рельса $K_{из,з}$ после закалки и приработки при $HRC_0=27...30$ и $HRC_{з,п}=62...64$ (данные, получены в результате контроля твердости закаленных участков рельса Р43) равен: $K_{из,з}=6,2$.

В соответствие с (5) коэффициент увеличения срока службы закаленного рельса $K_{сз}$ в зависимости от производительности закалки $П_з$ может быть представлен наклонной прямой (рисунок 5) и аппроксимирующим выражением (7)

$$K_{сз}=3,06-0,03П_з. \tag{7}$$

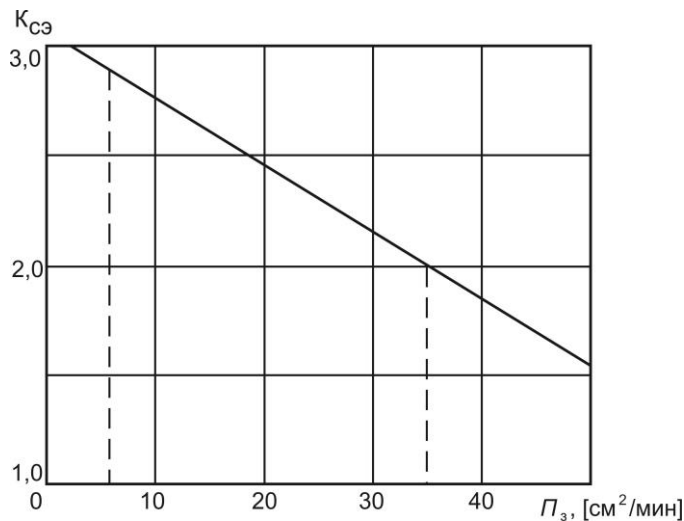


Рисунок 5. Зависимость коэффициента повышения срока службы закаленного рельса $K_{сз}$ от производительности закалки $П_з$

Одним из важнейших этапов проведения закалочных работ является выбор оптимальных параметров закалки, как с позиции обеспечения максимального срока службы изделий, так и с точки зрения минимизации стоимости работ по закалке изнашиваемых поверхностей.

Расчетную экономию от применения поверхностной плазменной закалки рельс Э можно оценить на основании общего подхода, используемого в экономической теории [5]:

$$\Xi = \Xi_d - E_n \times \Xi_n, \quad (8)$$

где Ξ_d – доход, полученный предприятием от проведения закалочных работ;
 Ξ_n – издержки предприятия (затраты) на проведения закалочных и сопутствующих работ;
 E_n – нормативный коэффициент.

Рассмотрим два возможных варианта выполнения работ по закалке подкрановых рельсов [5].

Первый вариант. Работа по закалке рельсов выполняется на месте их установки на подкрановой балке. В этом случае коэффициент эффективности расхода средств на выполнение работ по закалке рельс на месте их установки $K_{\text{эф}}$ в соответствии с [5] будет составлять:

$$K_{\text{эф}} = \Xi_1 / \Xi_{1n} = K_{\text{сэ}} [(C_{\text{нр1}} + C_{\text{др1}} + C_{\text{мр1}}) / C_{\text{зм1}}] - E_n. \quad (9)$$

где Ξ_1 – расчетная экономия предприятия от применения закалки рельс, наблюдаемая в результате повышения их рабочего ресурса, увеличения межремонтных сроков рельсового пути (приведенная на один п.м.);

Ξ_{1n} – издержки предприятия (затраты) на проведение закалочных и сопутствующих работ, приведенные на один п.м.

Эффективность расхода средств на выполнение работ по закалке рельс наблюдается за счет исключения покупки новых рельс, а также работ по демонтажу старых изношенных рельс и монтажу новых рельс на подкрановых балках в период продленного рабочего ресурса восстановленных рельс и увеличения межремонтных сроков рельсового пути.

Входящие экономические параметры:

$C_{\text{нр1}}$ – стоимость одного погонного метра (п.м.) рельса;

$C_{\text{др1}}$ – стоимость работ по демонтажу одного п.м. рельса;

$C_{\text{мр1}}$ – стоимость работ по монтажу одного п.м. рельса;

$C_{\text{зм1}}$ – стоимость закалки одного погонного п.м. рельс на месте его установки;

E_n – нормативный коэффициент, определяемый периодом обеспечения рабочего ресурса закаленных рельс до полного их износа после закалки $E_n = 1 / K_{\text{сэ}}$ ($K_{\text{сэ}}$ – коэффициент увеличения срока службы закаленных рельс из стали 65Г после закалки, определяющийся соотношением (7)).

Второй вариант. Работа по закалке подкрановых рельс выполняется на площадке, после чего они устанавливаются на подкрановых балках после демонтажа старых изношенных рельсов. В этом случае эффективность расхода средств на выполнение работ по закалке рельсов на площадке будет составлять [5]:

$$K_{\text{пэф1}} = \Xi_{\text{п1}} / \Xi_{\text{пн1}} = K_{\text{псэ1}} (C_{\text{нр1}} + C_{\text{др1}} + C_{\text{мр1}}) / (C_{\text{пзм1}} + C_{\text{пзач1}}) - E_{\text{пн}}, \quad (10)$$

где $\Xi_{\text{п1}}$ – расчетная экономия предприятия от применения закалки рельс, наблюдаемая в результате повышения их рабочего ресурса рельс, увеличения межремонтных сроков рельсового пути;

$\Xi_{\text{пн1}}$ – издержки предприятия (затраты) на проведения закалочных и сопутствующих работ, выполняемых на площадке ($\Xi_{\text{п1}}$ и $\Xi_{\text{пн1}}$ –приведены в пересчете на один п.м. рельса).

В отличие от соотношения (9) в выражение (10) входит экономический параметр $C_{пзач1}$, характеризующий стоимость дополнительных работ по зачистке одного п.м. поверхности головки рельса. Отсутствие данного параметра $C_{зач1}$ в соотношении (9) связано с тем, что качество поверхности рельс, расположенных на подкрановых балках, как правило, является вполне удовлетворительным и время на их зачистку перед закалкой вписывается в нормативный интервал [5].

Введение данного параметра $C_{пзач1}$ связано, с использованием рельс, находящихся на хранении, у которых, как правило, рабочая поверхность головки рельс не отвечает требованиям по качеству в связи с нарушении условий хранения рельс и длительностью сроков их хранения.

В первом приближении будем считать, что условия хранения рельс отвечают требованиям по обеспечению качества поверхности головок рельс, т.е. принимаем $C_{пзач1} = 0$.

Рассмотрим процедуру оценки эффективности расхода средств на выполнение работ по закалке рельса на примере закалки рельс Р43, размещенных на подкрановых балках (первый вариант закалки и на площадке (второй вариант закалки).

Стоимость работ по демонтажу $C_{др}$ и монтажу $C_{мр}$ одного рельса Р43 длиной $L=12,5$ м определяли в соответствии с методикой [9] в текущих ценах 4-го квартала 2017:

$$C_{др}=20\ 446 \text{ руб.}; C_{мр}=29\ 483 \text{ руб.}$$

или при переходе на один п.м. рельса:

$$C_{др1}=1\ 636 \text{ руб./п.м.}; C_{мр1}=2\ 359 \text{ руб./п.м.};$$

$$C_{др1}+C_{мр1}=3\ 995 \text{ руб./п.м.}$$

Стоимость одного погонного метра (п.м.) рельса $C_{нр1}$ устанавливается на основании маркетингового анализа цен по продажи рельсов, либо берется на основании информации предприятия – заказчика работ.

В частности, средняя стоимость рельс Р43 по данным на четвертый квартал 2017 года по Челябинской области составляет [5]:

$$C_{нр1}=44\ 069 \text{ руб.}$$

или в пересчете на один п.м. рельса:

$$C_{нр1}=3\ 525,5 \text{ руб./п.м.}$$

С учетом сказанного суммарная величина ($C_{нр1}+C_{др1}+C_{мр1}$) составляет:

$$3\ 525,5+3\ 995=7\ 520 \text{ руб./п.м.}$$

Как было показано в работе [5] стоимость работ по закалке одного п.м. рельса $C_{з1м}$ и $C_{пз1м}$ зависит от производительности закалки P_3 и места ее выполнения и может быть определена из следующего соотношения

$$C_{з1м}=(C_{нч}/K_{ус}) \times (F_{з1}/60P_3) \text{ руб./п.м.} \quad (11)$$

где $C_{нч}$ – стоимость одного нормо-часа закалки при выполнении работы на месте установки рельса: $C_{нч}=8\ 400$ руб./ч. (данные ООО «Композит»);

$F_{зл}$ – относительная площадь закалки, приведенная на один п.м. (для рельса Р43 [8] (рисунок 1): $F_{зл} = 1\ 200$ см²/п.м.);

Π_3 – производительность закалки;

$K_{ус}$ – коэффициент условий работы ($K_{ус}=1,0$ – при закалке рельс в напряженном состоянии (на месте установки рельса);

$K_{ус}=1,15$ – при закалке рельса в нижнем (ненапряженном) состоянии [10]).

Как отмечалось в начале данной работы коэффициент износостойкости поверхности рельса Р43 из стали 65Г после закалки и приработки $K_{из} = 6,2$.

Коэффициент увеличения срока службы закаленного рельса $K_{сэ}$ при закалке током $I_3=200$ А и $U_д=30$ В в зависимости от производительности закалки Π_3 может быть определен по аппроксимированной кривой (7).

Максимальная эффективность расхода средств на выполнение работ по закалке рельсов Р43 $K_{макэф1}$ может быть определена из условия:

$$K_{эф1}=K_{макэф1} \text{ при } d K_{эф1}/d\Pi_3=0. \quad (12)$$

На основании соотношения (12) было получено выражение (13) для определения $\Pi_{3\text{опт}}$, обеспечивающее выполнение условия $K_{эф1}=K_{макэф1}$

$$\Pi_{3\text{опт}}=51K_{ус}/(K_{ус}-0,004), \quad (13)$$

При закалке рельс на месте их установки $\Pi_{3\text{опт}} = 51,20$ см²/мин., при закалке рельс на площадке $\Pi_{3\text{опт}} = 51,18$ см²/мин.

Не трудно заметить, что максимальная эффективность расхода средств предприятия на выполнение закалки практически не зависит от места выполнения данных работ (на подкрановой балки или на площадке внизу) и обеспечивается при оптимальной производительности процесса закалки в районе $\Pi_{3\text{опт}}=51,2$ см²/мин. (см. рисунок 6).

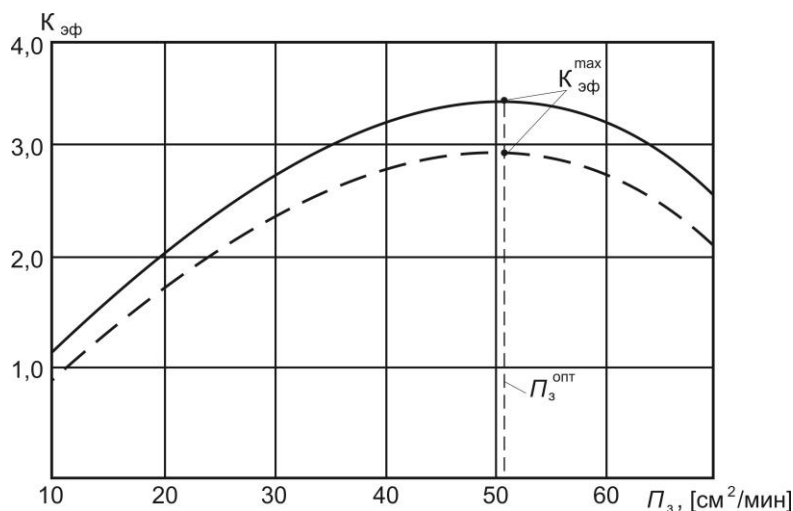


Рисунок 6. Зависимость эффективности расхода средств на выполнение работ по закалке рельсов Р43 $K_{эф1}$ от производительности закалки Π_3 (— - закалка в нижнем положении; ---- - закалка на месте установки).

Выводы

Исходя из анализа эффективности средств, затрачиваемых на выполнение работ по закалке крановых рельсов, следует, что оба варианта выполнения закалки приносят существенную прибыль за счет снижения стоимости работ по монтажу и демонтажу и увеличению межремонтных сроков.

В частности, эффективность расхода средств на выполнение работ по закалке рельсов Р43 при оптимальных значениях производительности $П_{\text{зопт}}=51\text{см}^2/\text{мин}$. составляет: при закалке в нижнем положении $K_{\text{махэф}}=3,4$; при закалке на месте установки рельсов $K_{\text{махэф}}=2,9$.

Литература

1. Балановский А.Е. Проблема износа пары трения колесо-рельс. / А.Е. Балановский. – Иркутск: изд-во ИрГТУ, 2007. – 167 с.
2. Коротков В.А. Поверхностная плазменная закалка. / В.А. Коротков. – Нижний Тагил: НТТИ филиал УрФУ, 2012. – 64 с.
3. Ерофеев В.В. Оценка износостойкости и рабочего ресурса сопрягаемых поверхностей трения после закалки с применением поверхностного плазменного упрочнения / В.В. Ерофеев, В.А. Коротков, С.В. Ерофеев и др. // Монтажные и специальные работы в строительстве, №1(904), 2018, С. 21-23.
4. Лещинский Л.К. Плазменное поверхностное упрочнение / Л.К. Лещинский, С.С. Самотугин, И.И. Пирч, В.И. Комар. К.: Техника, 1990. – 109 с.
5. Ерофеев В.В. Обоснование экономической эффективности работ по плазменной закалке подкрановых рельсов / В.В. Ерофеев, С.В. Ерофеев, В.А. Коротков, и др. // Монтажные и специальные работы в строительстве, №5(908), 2018, С. 19-23.
6. ГОСТ 7173-54. Рельсы железнодорожные типа Р-43 для путей промышленного транспорта. Конструкция и размеры.
7. Сафонов Е.Н. Плазменная закалка деталей машин: монография / Е.Н. Сафонов. – ФГБОУ ВО УрФУ: НТТИ (филиал). – Н.-Тагил, 2014. – 116 с.
8. СП 12-103-2002. Пути наземные рельсовые крановые. Проектирование, устройство и эксплуатация. – Москва, 2003.
9. ТЕР 13-06 – 003 -01 по НБ ТЕСН 2001 Челябинской области, 2015 (Приказ Минстроя России №140/пр от 27.02.2015).
10. Единые нормы времени на электросварочные, кузнечные, станочные и слесарные работы для электромеханических мастерских предприятий и организаций угольной промышленности. Раздел 1. Электросварочные работы и газовая резка металлов. – Москва, 1974.

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОНОМИКЕ,
УПРАВЛЕНИИ И БИЗНЕСЕ**

УДК 004

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА
«ФОРМИРОВАНИЕ ОПИСЕЙ ДОКУМЕНТОВ КАДРОВОГО УЧЕТА»
НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ
ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА**

**IMPROVING THE PROCESS
OF «FORMING AN INVENTORY OF PERSONNEL RECORDS DOCUMENTS»
IN AN INDUSTRIAL ENTERPRISE
AT THE EXPENSE THROUGH THE USE OF SOFTWARE**

Хайруллина Д.Д., Кравченко Т.В.,
Уфимский государственный нефтяной технический университет,
филиал в г. Салавате, ул. Губкина, 22б, г. Салават, Республика Башкортостан,
453250, Россия

D.D. Khayrullina, T.V. Kravchenko,
Ufa State Petroleum Technological University, Branch in the Salavat,
Gubkin Str., 22b, Salavat, Republic of Bashkortostan,
453250, Russia

e-mail: haj-din@yandex.ru

Аннотация. Неотъемлемой частью деятельности предприятия является кадровый учет. Кадровый учет – регламентируемая законодательством работа, связанная с документальным оформлением приема, перемещения и увольнения работников, трудовых отношений с работниками и организации труда работников. Соответственно, кадровым службам необходимо перерабатывать и формировать огромные объемы документов. Формирование, оформление, содержание, хранение документов сотрудников предприятия должно происходить в строго определенном порядке. Документы сотрудников содержат немалое количество важных бумаг. Именно для фиксации количества документов сотрудников существует специальный документ – опись. Опись – это справочник, содержащий систематизированный перечень единиц хранения (документов) архивного фонда и предназначенный для их учета и раскрытия содержания. Описи, как правило, содержат не одну важную бумагу – в некоторых случаях их перечень может доходить до нескольких десятков. Формирование описи документов кадрового учета в крупной компании – ответственная и кропотливая работа, не допускающая ошибок. Последствием ошибок в описях являются риски утраты или повреждения документов, которые в результате становятся непригодными для использования, утрачивают аутентичность, полноту, и, в следствии, могут не удовлетворять потребностям предприятия и внешнему окружению. Актуальность работы обуславливается необходимостью соблюдения сроков и высокого качества оформления описи. Следовательно, вопрос о качественном и своевременном выполнении процесса занимает особое место. Важную роль в решении данного вопроса играют информационные системы, позволяющие автоматизировать процесс. В статье

рассмотрена автоматизация процесса «Формирование описей документов кадрового учета» в тиражируемой автоматизированной системе управления предприятием.

Abstract. An integral part of the enterprise is personnel records. Personnel records – regulated by law work related to the documentation of admission, relocation and dismissal of employees, labor relations with employees and the organization of labor of employees. Accordingly, personnel services need to process and form huge volumes of documents. Formation, registration, maintenance, storage of documents of employees of the enterprise should occur in a strictly defined order. Employee documents contain a considerable amount of important papers. It is for fixing the number of documents of employees there is a special document – an inventory. The inventory is a directory containing a systematic list of storage units (documents) of the archival fund and intended for their accounting and disclosure of content. Inventories, as a rule, contain more than one important paper – in some cases their list can go up to several dozen. Formation of an inventory of personnel records in a large company is a responsible and painstaking work that does not allow mistakes. The consequences of errors in the inventories are the risks of loss or damage to documents, which as a result become unsuitable for use, lose authenticity, completeness, and, as a result, may not meet the needs of the enterprise and the external environment. The relevance of the work is due to the need to respect the timing and quality of the inventory. Therefore, the issue of quality and timely implementation of the process occupies a special place. An important role in solving this issue is played by information systems, which allow automating the process. The article describes the automation of the process of «Formation of personnel records documents» in a replicable automated enterprise management system.

Ключевые слова: автоматизация, процесс, кадровый учет, документы, опись, архив.

Keywords: automation, process, personnel records, documents, inventory, archive.

На сегодняшний день рынок предоставляет множество автоматизированных систем управления предприятием (АСУП). Так как персонал рассматривается как один из ресурсов предприятия и объектов управления, изучены тиражируемые ERP (Enterprise Resource Planning, планирование ресурсов предприятия) системы российского рынка на 2017 год. АСУП, представленные в таблице 1, отличаются от набора продуктов автоматизации финансовой и экономической деятельности наиболее развитыми функциональными возможностями, а также наличием подсистемы планирования [1].

Таблица 1 – АСУП российского рынка.

№	Название	Класс	Доля на российском рынке, % (на 2017 г.)
1	SAP ERP	Система для крупных предприятий	45,9
2	1С: Предприятие	Система для малых и средних предприятий	30,7
3	Microsoft Ахapta (Microsoft Dynamics AX)	Система для малых и средних предприятий	8,2
4	Oracle Applicationa	Система для крупных предприятий	4,1
5	Галактика	Система для малых и средних предприятий	2

Для территориально расположенных крупных предприятий с большим числом пользователей и множеством установленных программ и систем АСУП SAP ERP является наиболее подходящей.

Соответственно, проведен анализ компаний нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности, использующих в качестве АСУП SAP ERP. Географическое распределение компаний представлено на рисунке 1.



Рисунок 1. Компании, использующие АСУП SAP ERP.

Исходя из анализа российского рынка АСУП, а также анализа территориального расположения компаний нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности, можно сделать вывод о востребованности SAP ERP.

Соответственно, в качестве АСУП, в котором необходимо реализовать программное средство автоматизации процесса «Формирование описей документов кадрового учета» выбрана SAP ERP.

Процесс «Формирование описей документов кадрового учета» состоит из различных бизнес-процессов (БП), которые могут выполняться параллельно и независимо друг от друга.

Основным БП является «Формирование описей документов принятых, переведенных и уволенных сотрудников», состоящий из 3 стадий:

- «Формирование ВО (внутренней описи) документов сотрудников»,
- «Формирование описи документов сотрудников для долговременного хранения»,
- «Формирование описи документов сотрудников в МИ ФНС России (Межрегиональную инспекцию Федеральной налоговой службы России)».

На рисунке 2 представлена диаграмма БП, отображающая цепочку событий и функций.

Процесс имеет измеримые метрики. Сравнение показателей метрик существующего процесса и требуемого представлено в таблице 2.

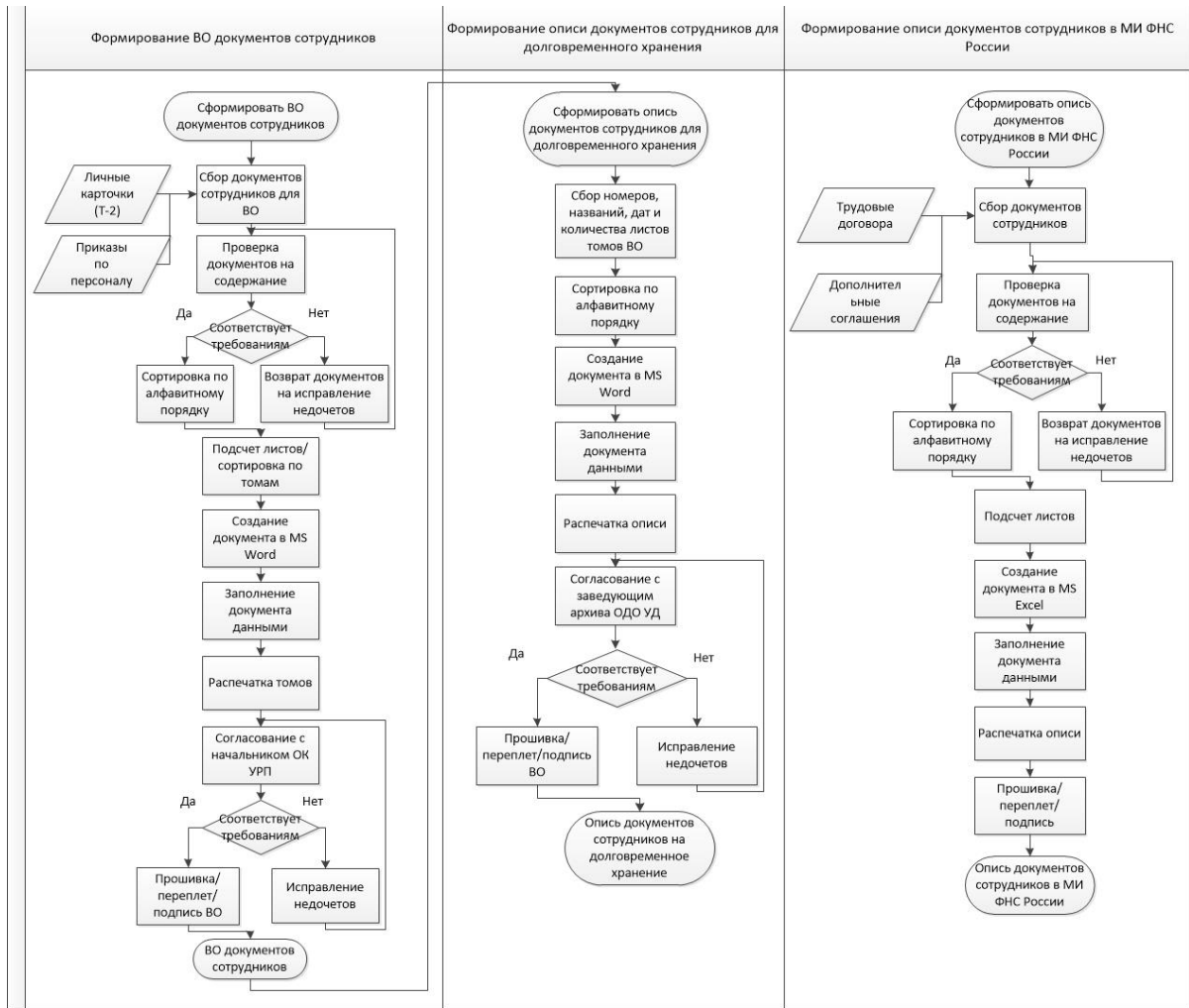


Рисунок 2. Цепочка событий и функций.

Таблица 2 – Сравнение показателей метрик.

№	Метрика	Существующие показатели	Требуемые показатели
1	Время выполнения БП	Январь-май текущего года	Январь-февраль текущего года
2	Срок завершения БП	Май текущего года	Февраль текущего года
3	Проведение описи документов за период	2 прошедших года	Прошедший год
4	Качество сформированной описи	Ошибки (человеческий фактор)	Исключены ошибки
5	Содержание сформированной описи	Ошибки (человеческий фактор)	Исключены ошибки

На основании анализа показателей метрик установлено, что процесс «Формирование описей документов кадрового учета» не завершается к указанному сроку, сформированные описи содержат в себе ошибки, что говорит о необходимости совершенствования процесса. Исходя из выявленных проблем, сформированы цели совершенствования процесса, представлены на рисунке 3.

Так как стадии БП имеют идентичные этапы выполнения, автоматизация рассмотрена на примере «Формирование ВО документов сотрудников».

На рисунке 4 представлена функциональная схема (как будет) «Формирование ВО документов сотрудников». Усовершенствованная стадия содержит в себе пять

этапов, вместо нынешних одиннадцати. Усовершенствованы проблемные этапы путем автоматизации: отбора данных, создания и заполнения документа, проверки сформированных описей на соответствие шаблонам. Изменение этапов в целом приводит к решению проблемы отставания по срокам.



Рисунок 3. Дерево целей.

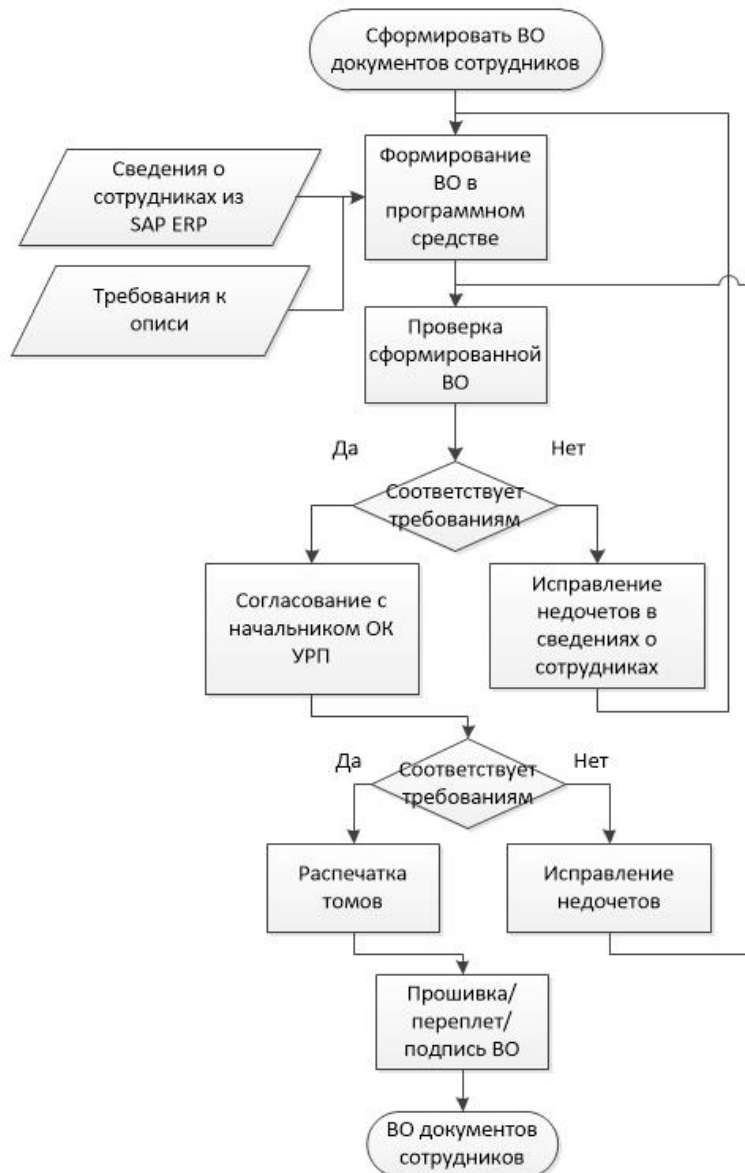


Рисунок 4. Автоматизированная стадия БП.

Архитектура программного средства (ПС) представлена на рисунке 5. Перед запуском ПС необходимо выбрать период документов для описи, выбрать сотрудников структурной единицы или конкретного сотрудника и тип необходимой описи с сопутствующими параметрами (количество листов, номер дела, номер приказа) и подписантами.

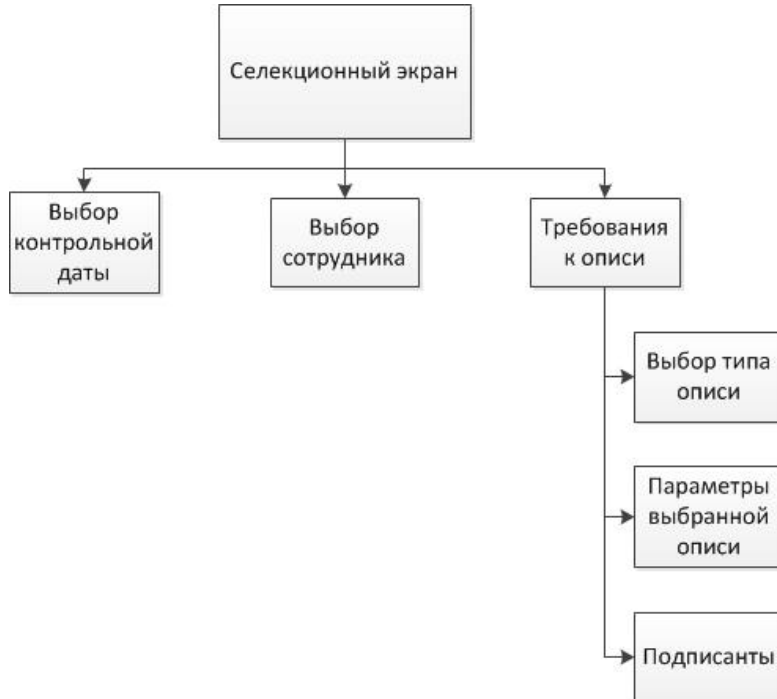


Рисунок 5. Архитектура программного средства.

Селекционный экран программного средства представлен на рисунке 6.

Рисунок 6. Селекционный экран программного средства.

Установлены метрики совершенствованного процесса, а также результаты дерева целей. Сравнение показателей метрик автоматизированного процесса и требуемого представлено в таблице 3, результаты достижения целей представлены на рисунке 7.

Таблица 3 – Сравнение показателей метрик.

№	Метрика	Показатели при автоматизации	Требуемые показатели
1	Время выполнения БП	Январь-февраль текущего года	Январь-февраль текущего года
2	Срок завершения БП	Февраль текущего года	Февраль текущего года
3	Проведение описи документов за период	Любой год	Прошедший год
4	Качество сформированной описи	Исключены ошибки	Исключены ошибки
5	Содержание сформированной описи	Исключены ошибки	Исключены ошибки



Рисунок 7. Результаты достижения целей.

Выводы

Анализ совершенствованного БП показывает, что устраняются проблемы существующего БП за счет автоматизации – разработке и внедрения программного средства в АСУП SAP ERP. Программное средство позволит достичь требуемых сроков выполнения и изменить этапы, повысить качество формируемых описей, не исключая при этом участие человека. Метрики соответствуют требуемым показателям, выполнение каждой цели оптимизации дает положительный результат.

Литература

Неясова, С.Е. Применение информационных технологий при подборе персонала/ С.Е. Неясова, Р.Ф. Повленкович // Информационные технологии. Проблемы и решения. 2016. – №1. – с. 231-234.

УДК 004:658

**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА «РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОДУКЦИИ»
НА НЕФТЕХИМИЧЕСКОМ ПРЕДПРИЯТИИ**

**IMPROVEMENT OF THE PROCESS «SALES OF PRODUCTS»
FOR THE PETROCHEMICAL ENTERPRISE**

Черникова В.О., Кравченко Т.В.,
Уфимский государственный нефтяной технический университет,
филиал в г. Салавате, ул. Губкина, 22б, г. Салават, Республика Башкортостан,
453250, Россия

V.O. Chernikova, T.V. Kravchenko,
Ufa State Petroleum Technological University, Branch in the Salavat,
Gubkin Str., 22b, Salavat, Republic of Bashkortostan,
453250, Russia

e-mail: vchernikoa@yandex.ru

Аннотация. Нефтехимическое предприятие в России характеризуется концентрацией полного цикла переработки и реализации высококачественной продукции для обеспечения спроса потребителя.

В современном мире для сохранения статуса конкурентоспособного предприятия, компания должна обеспечивать не только высокое качество готовой продукции, но и гибко осуществлять качественную коммерческую деятельность по сбыту готовой продукции, расширяя варианты реализации продукции в соответствии с запросами потребителя.

По мнению Гарберта Ньютона Кэссон, автора популярных книг по менеджменту и бизнесу, предприятие никогда не достигнет успеха, если не будет предпринимать разные попытки продвинуть свои продажи, и именно продвижение сбыта может принести по-настоящему крупный успех. Даже самую качественную продукцию не станут покупать в том количестве, которая позволила бы предприятию процветать, если не будет продвижения в сбытовой деятельности.

Реализация продукции является заключительным звеном в деятельности предприятия по производству и доведению товара до потребителя, но, тем не менее, занимает одну из ключевых ролей. Любая организация направлена на получение прибыли от продаж изготавливаемого товара, но без процесса реализации продукции эта цель недостижима, более того, он должен быть грамотно организован. В противном случае предприятие будет нести убытки, склады переполняться продукцией, продажи падать, что может привести к банкротству.

Abstract. The petrochemical enterprise in Russia is characterized by concentration of a full cycle of processing and realization of high-quality production for ensuring demand of the consumer.

In today's world, to maintain the status of a competitive enterprise, the company must provide not only high quality finished products, but also flexibly carry out high-quality commercial activities for the sale of finished products, expanding the options for the sale of products in accordance with the needs of the consumer.

According to Garbert Newton Casson, the author of popular books on management and business, the company will never succeed if it does not take different attempts to promote its sales, and it is the promotion of sales can bring a really big success. Even the best quality products will not be bought in the amount that would allow the enterprise to flourish if there is no progress in sales activities.

Sales of products is the final link in activity of the enterprise on production and bringing of goods to the consumer, but, nevertheless, occupies one of key roles. Any organization is aimed at making a profit from the sale of manufactured goods, but without the process of selling products, this goal is unattainable, moreover, it must be well organized. Otherwise, the company will incur losses, warehouses overflowing with products, sales fall, which can lead to bankruptcy.

Ключевые слова: процесс, реализация продукции, модернизация, конкурентоспособность, сбыт, анализ, информационная система.

Keywords: process, product sales, modernization, competitiveness, sales, analysis, information system.

Для крупного нефтехимического предприятия сбытовая деятельность является одним из самых важных элементов коммерческой деятельности. Перед ним стоит задача организации рационального формирования сбытовой деятельности предприятия. Также необходимо проводить ряд мер для минимизации издержек и повышение доходности. Данный этап должен выполняться правильно, и, в случае отклонений, проводиться своевременные изменения, что позволит экономично и эффективно доводить товар до потребителя и удовлетворить запросы с обеих сторон. Поэтому не стоит пренебрегать контроллингом в системе сбыта, что предполагает систематическое критико-аналитическое, плановое тестирование и оценка состояния основополагающих показателей, характеристик и целей (рисунок 1).



Рисунок 1. Роль контроллинга сбыта в системе управления предприятием.

Понятие конкурентоспособности включает в себя совокупность следующих факторов: качество продукции, ее преимущество по отношению к другим аналогам как внутри страны, так и за границей, потребность населения в данном товаре, качественная

организация реализации продукции и многое другое. Стоит отметить, что чем больше на предприятии данных условий выполнено, тем выше ее шансы стать лидером в своей сфере деятельности.

В наше время повышения конкурентоспособности во всех областях бизнеса, а именно поиск своего места на рынке становится главной целью. Одним из путей ее достижения является привлечение новых покупателей.

Предприятие, выпускающее продукцию, всегда имеет потенциал в привлечении новых клиентов и покупателей, которые либо не знают о товаре, либо не имеют информации о нем, его свойствах и достоинствах, либо не имеют возможности приобрести его из-за ограничений или политики предприятия.

Следуя по этому пути, необходимо провести комплексный анализ, в результате которого выяснятся конкретные причины, затем провести ряд мер по их устранению [1].

Процесс «Реализация продукции» представляет собой комплексную деятельность, включающую такие этапы как выбор покупателей и установление цены реализации продукции, планирование объемов реализации продукции, планирование отгрузки готовой продукции всеми видами транспорта, отгрузка продукции.

Процесс регламентируется в рамках стандарта общества «Реализация продукции».

Схема процесса представлена на рисунке 2.

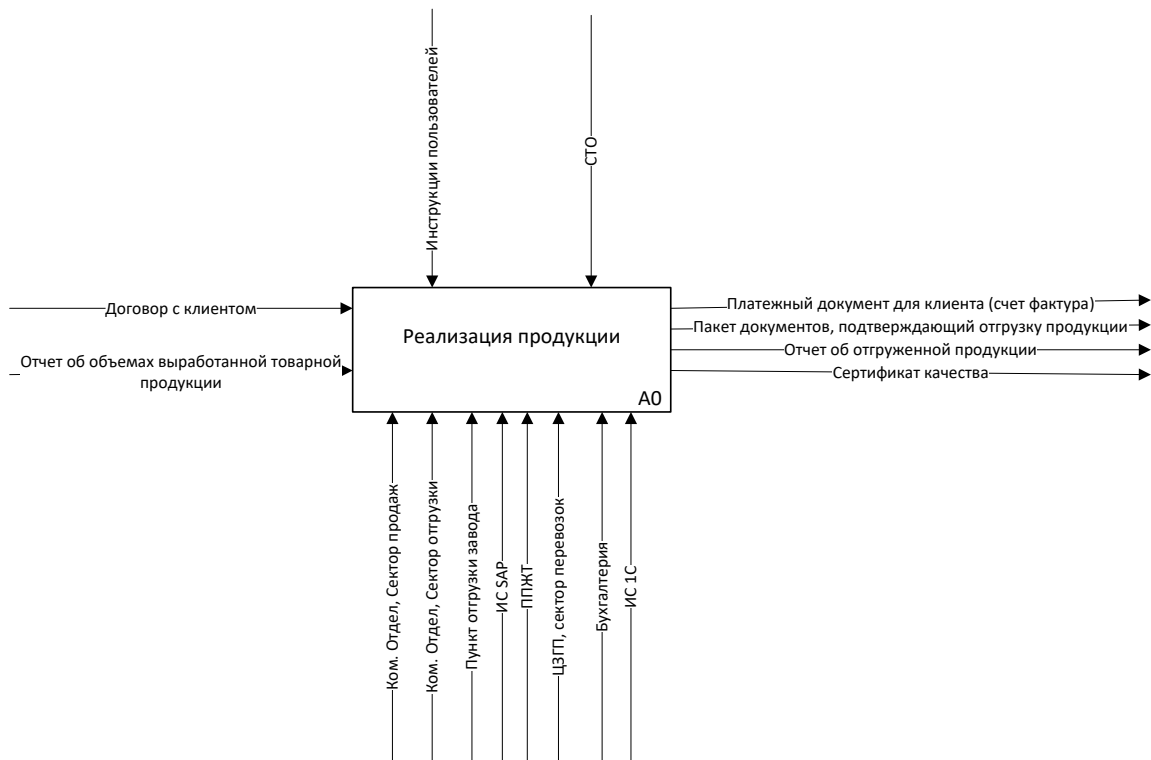


Рисунок 2. Схема IDEF0 процесса «Реализация продукции».

Декомпозиция функциональной модели данного процесса представлена на рисунке 3.

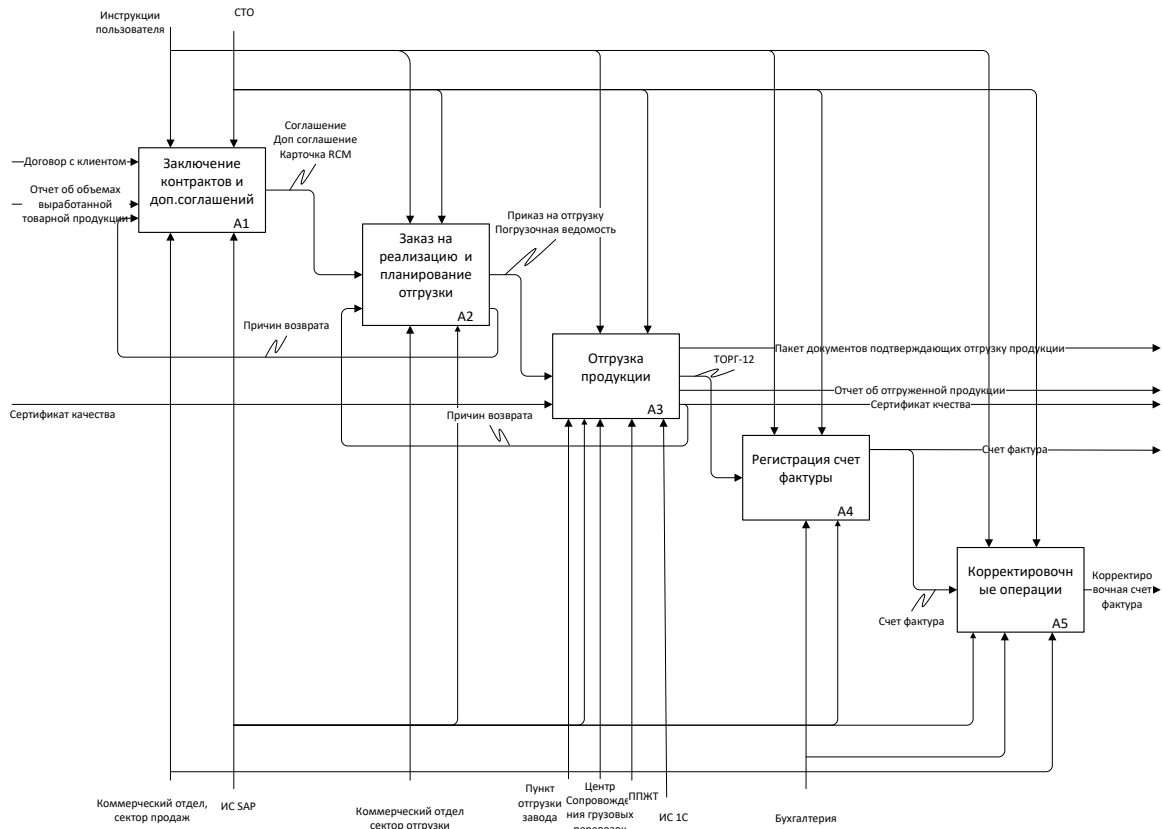


Рисунок 3. Декомпозиция процесса «Реализация продукции».

Таблица 1 – Основные требования к существующему процессу.

№	Требование	Оценка
1	Корректное составление рамочного договора и дополнительного соглашения	4
2	Высокое качество продукта	5
3	Возможность клиента выбирать способ отгрузки	4
4	Возможность клиента выбирать способ покупки	1
5	Организация качественного хранения продукции	5
6	Учет оставшейся и проданной продукции	4
7	Отгрузка продукции в соответствии с установленной датой	4

На основе проведенного анализа, можно сделать вывод, что все требования находятся в диапазоне хорошо и отлично, кроме требования «Возможность выбора клиенту способа покупки», оно является слабой стороной процесса. Исходя из всего вышесказанного, была сделана схема протекания процесса после изменения (рисунок 4).



Рисунок 4. Схема протекания процесса после изменения.

Новая ветвь в схеме представляет собой подпроцесс «Реализация продукции с переходом права собственности сразу после производства».

Стоит отметить, что она не является заменой существующей схемы, а создана для предоставления права выбора покупателю, т.е. является бизнес-процессом основного процесса. Для ее осуществления необходимо вести учет данных о проданной продукции, которая продолжает храниться в резервуарах предприятия, фиксировать частичную отгрузку, и поступление новой продукции. Для этого необходимо ввести в бизнес-процесс забалансовый учет.

Настройка новой схемы осуществляется в системе SAP ERP, что позволит минимизировать риск ошибок, связанных с человеческим фактором, так как все данные будут в системе, и человеку не нужно вести остаток и поступление продукции клиента во внешней системе.

Реализация любого процесса сопряжена с различными факторами, провоцирующими возникновение рисков.

Если наступает какая-либо рискованная ситуация, реализация процесса подвергается опасности.

В лучшем случае процесс выполняется, поставленная цель достигается, но для этого затрачиваются дополнительные ресурсы, в худшем – цель достигается частично или не достигается совсем. Поэтому перед тем как приступить к настройке схемы, был проведен анализ рисков, и выявлен критический риск возникновения путаницы в товаре с высокой вероятностью наступления. Причина возникновения – необходимость хранить на складах предприятия как свою, так и чужую продукцию. Последствием данного риска могут быть возникающие ошибки при ведении забалансового счета, а также незаконное распоряжение чужим имуществом.

Для устранения данного риска предлагается в качестве продукта в информационной системе использовать новый материал вида «готовая продукция» с настройками класса оценки для забалансового счета и наименованием «на хранении».

Исходя из всего вышесказанного усовершенствование процесса «Реализация продукции» предполагает следующую настройку в информационной системе SAP:

- создание новых счетов, которые будут фиксировать собственность покупателя;
- создание нового вида товара «На хранении»;

- создание класса оценки для учета новой основной записи материала за балансом и настройка для нее автоматических проводок;
- выполнение настройки вида отгрузки, вида транспортного средства и упаковки «Товарный резервуар»;
- доработку отчет «Реестр отгрузки сырья».

Выводы

- Таким образом, использование модернизированной схемы процесса позволит:
- привлечь новых клиентов, желающих приобретать продукцию по данной схеме;
 - гибко осуществлять коммерческую деятельность по сбыту готовой продукции, соответствуя запросам потребителя;
 - быстрее получать прибыль от продаж;
 - получать дополнительную прибыль за хранения продукции.

Литература

Левина, Т.М. Разработка автоматизации бизнес-процесса «Учет подбора персонала» / Т.М. Левина, С.Е. Цыганаш, А.О. Павлов // Интеграция науки и образования в вузах нефтегазового профиля – 2016. Материалы Международной научно-методической конференции, посвященной 60-летию филиала Уфимского государственного нефтяного технического университета в г. Салавате. 2016. С. 16-18.

УДК 004:685

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССА «ГОДОВОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ОБОРУДОВАНИЯ»

IMPROVING THE BUSINESS PROCESS “ANNUAL PLANNING OF MAINTENANCE AND REPAIR OF EQUIPMENT”

Мусина Л.Ю., Кравченко Т.В.,
Уфимский государственный нефтяной технический университет,
филиал в г. Салавате, ул. Губкина, 22б, г. Салават, Республика Башкортостан,
453250, Россия

L.Yu. Musina, T.V. Kravchenko,
Ufa State Petroleum Technological University, Branch in the Salavat,
Gubkin Str., 22b, Salavat, Republic of Bashkortostan,
453250, Russia

e-mail: musina.lia.musina@gmail.com

Аннотация. Развитие отечественной промышленности и производства способствует распространению среди предприятий Российской Федерации современных мировых стандартов по управлению производственными активами. В современных условиях постоянного роста количества информации, норм и правил регулирования, а также форм и видов отчетности, все чаще для сопровождения

процесса «Техническое обслуживание и ремонт оборудования» (ТОРО) применяется набор различных информационных систем, офисных приложений и баз данных. Переход к новому поколению решений по организации процесса ТОРО – остро востребованная задача для многих компаний. Процесс работы с информацией в рамках ТОРО часто пересекает границы выполнения типовых задач, что приводит к: повторному ручному вводу данных, многократным сверкам и корректировкам, а также к неприемлемым срокам сдачи выполняемых задач. Все эти проблемы, а так же желание постоянного добавления новой функциональности в существующие прикладные программные средства приводит к практике создания интегрированных систем. Интеграция предполагает объединение взаимосвязанных данных в унифицированном виде, используемых в разных информационных системах. В статье рассматривается интеграция между корпоративной информационной системой и системой формирования сметных расчетов в рамках бизнес-процесса «Годовое планирование».

Abstract. The development of domestic industry and production contributes to the dissemination among enterprises of the Russian Federation of modern world standards for the management of productive assets. In modern conditions of constant growth in the amount of information, norms and regulations, as well as forms and types of reporting, more and more often a set of various information systems, office applications and databases are used to support the Equipment Maintenance and Repair process. Transition to a new generation of decisions on the organization of the TORO process is a pressing demand for many companies. The process of working with information in the framework of the maintenance task often crosses the boundaries of typical tasks, which leads to: repeated manual data entry, multiple reconciliations and corrections, as well as unacceptable deadlines for the tasks performed. All these problems, as well as the desire to constantly add new functionality to existing application software leads to the practice of creating integrated systems. Integration involves the integration of interrelated data in a unified form, used in different information systems. The article discusses the integration between the corporate information system and the system for the formation of estimates in the framework of the annual planning business process.

Ключевые слова: ремонт, интеграция, данные, дефектные ведомости, система, сметные расчеты.

Keywords: repair, integration, data, defective lists, system, estimated calculations.

Основная задача при организации проектов ТОРО – найти единый вектор производственных и экономических интересов предприятия по сокращению затрат [1]. Работа с данными, в рамках бизнес-процесса «Годовое планирование», является проблематичным, так как присутствует:

- несколько источников цен при сметном ценообразовании;
- ручное выполнение типовых задач;
- трудность во взаимопонимании отделов;
- увеличение складских запасов, за счет не точного планирования стоимости работ.

Переход к новому поколению решений по организации процесса ТОРО – востребованная задача для многих компаний.

Актуальность интеграции существующих систем в единый ландшафт является важной задачей, решение которой позволит избежать дублирования данных, обеспечить целостность и непротиворечивость.

Периодичность проведения процесса осуществляется ежегодно, на два года вперед. На рисунке 1 представлен последовательный порядок выполнения учета оборудования в соответствующую документацию. Входные и выходные параметры процесса представлены в таблице 1.



Рисунок 1. Документация по учету оборудования.

Таблица 1 – Входные и выходные параметры.

Входы	Выходы
Пробег единицы оборудования при последнем ремонте; Вид последнего ремонта; Дата последнего ремонта; Результаты предыдущего освидетельствования (осмотры, ревизия); Перечень единиц оборудования (ЕО)	Согласованный пообъектный план ремонта

На рисунке 2 отображена декомпозиция процесса. Модель показывает взаимосвязи между функциями, последовательность их выполнения, а также как распределяются механизмы и управление. На рисунках 3, 4 показаны скриншоты годовой дефектной ведомости и локально-сметного расчета «Как есть», сформированных в MS Excel.

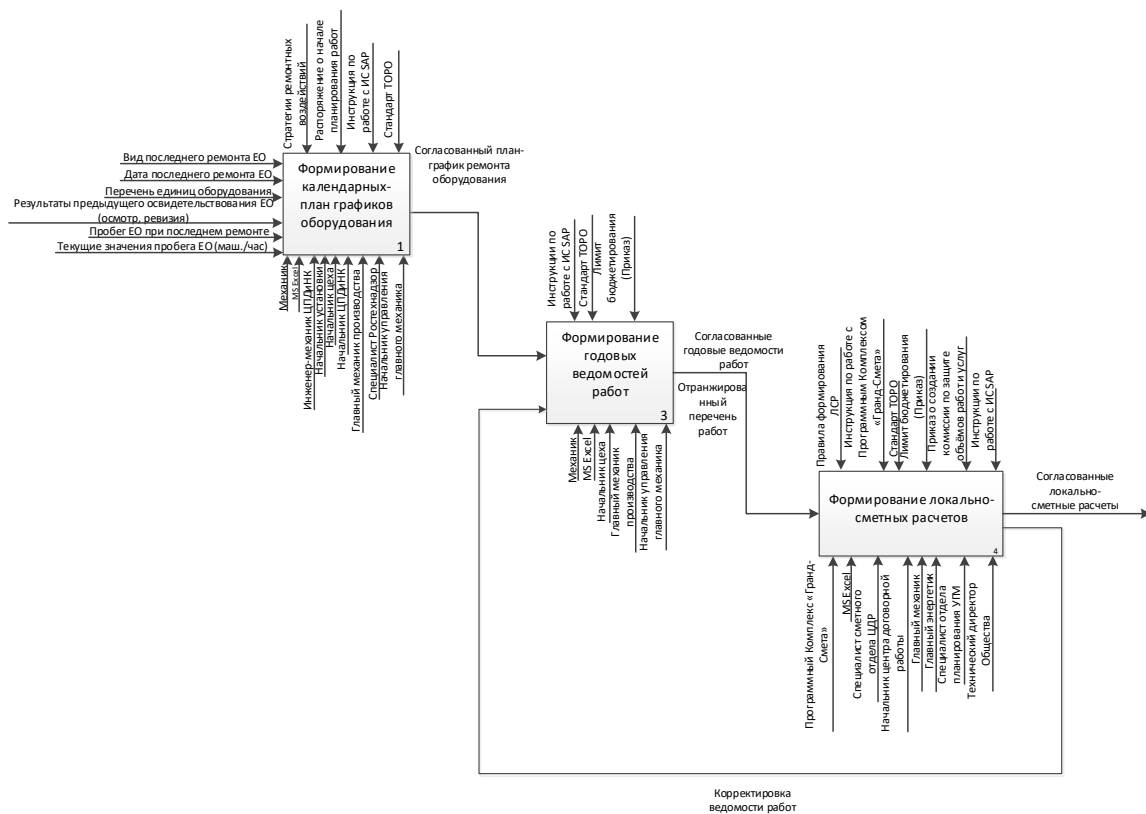


Рисунок 2. Декомпозиция процесса.

ВЕДОМОСТЬ РАБОТ №									
(номер СГМ)									
Остановочный ремонт установки ЭЛОУ-АВТ-4 цеха №18 НПЗ.									
(наименование работ)									
Завод	НПЗ			Статья затрат	Текущий ремонт				
Цех №	18			ГПП	2018				
Установка	ЭЛОУ-АВТ-4			Период проведения работ	август-сентябрь 2018г.				
Объект №	691			МВЗ	1218200170				

Фактические объемы работ				Необходимые материалы				Примечание	
№ п/п	Наименование работ инв.№0.С.	Ед. изм.	Кольцо	Наименование (марка, размеры, ГОСТ / ОСТ / ТУ изделия и материала)	Чертеж, проект (при необходимости)	Ед. изм.	Кол-во (ед.)	(стесненность, доп. машины и механизмы, норма расхода материала)	
1	Инв № 40019164 Электрорегидратор ЕС-101 Д=3100 мм, V=104,48 м3, L=14412 мм, P=1,6 МПа			Электрорегидратор ЕС-101 Д=3100 мм, V=104,48 м3, L=14412 мм, P=1,6 МПа					
1.1	Ремонтно-монтажные работы								
1.1.1	Установка и снятие заглушек в зазоры фланцевых соединений								
	Ду80 Ру40	шт	2	Прокладка ПМБ-1 120 x 106 x 2 ГОСТ 481-80		шт.	4		
				Прокладка ТГ-4 120 x 106 x 2 ту 2577-002-79648460-06		шт.	2		
				Шпилька с/г М16х110 ст35/20 ОСТ 26-2040-96		к-т	2		
	Ду200 Ру40	шт	2	Прокладка ПМБ-1 312 x 292 x 2 ГОСТ 481-80		шт.	4		
				Прокладка ТГ-4 312 x 292 x 2 ту 2577-002-79648460-06		шт.	2		
				Шпилька с/г М27х160 ст35/20 ОСТ 26-2040-96		к-т	4		
	Ду250 Ру40	шт	4	Прокладка ПМБ-1 259 x 239 x 2 ГОСТ 481-80		шт.	8		
				Прокладка ТГ-4 259 x 239 x 2 ту 2577-002-79648460-06		шт.	4		
				Шпилька с/г М30х160 ст35/20 ОСТ 26-2040-96		к-т	8		

Рисунок 3. Годовая дефектная ведомость.

ЛОКАЛЬНЫЙ РЕСУРСНЫЙ СМЕТНЫЙ РАСЧЕТ №
(покальная смета)

на Ц 5 х.с.
(наименование работ и затрат, наименование объекта)

Основание:
Сметная стоимость монтажных работ _____ 67272,49 руб.
Средства на оплату труда _____ 39704,6 руб.
Сметная трудоемкость _____ 320,52 чел.час
Составлен(а) в текущих (прогнозных) ценах по состоянию на _____

№ пп	Обоснование	Наименование	Ед. изм.	Коп.		Сметная стоимость в текущих (прогнозных) ценах, руб.					Т/з осн. раб.	Т/з мех.	
				на ед.	всего	на ед.	общая	В том числе					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Раздел 1.													
1	Бр-07-01-09	Установка заглушек в зазоры фланцевых соединений DN500 PN1,6 МПа	соединение		2	578,94	1157,88	1157,88					9,82
		Затраты труда рабочих-ремонтников (ср 3,5)	чел.час	4,91	9,82	117,91	1157,88	1157,88					
Н	1. 101-9892	Прокладки паронитовые	кг		4								
2	2р-07-01-04	Прокладка А-500-16-ПОН	шт		4								
3	2р-07-01-04	Снятие крышки люка DN600 мм (снятие ОЗП=0,4; ЗМ=0,4 к расщ.; ЗПМ=0,4; ТЗ=0,4; ТЗМ=0,4)	люк		2	531	1062,5	1062,5					8,5
		Затраты труда рабочих-ремонтников (ср 4)	чел.час	4,248	8,5	125	1062,5	1062,5					
1.	030403	Лебедка электрическая тяговым усилием 2 т	маш.час	0,08	0,16								
2.	101-0324	Кислород	м3	0,056	0,112								
3.	101-9892	Прокладки паронитовые	кг	0,8	1,6								
4	ГЭСН39-01-031-03	Защитка механизированная мест под УЗТ. Положение защитки потолочное	место		9	3625	32625	32625					261
		Приказ Минстроя РФ от 30.01.14 №31/пр											

Рисунок 4. Локально-сметный расчет.

На основе выявленных выше проблем, предлагаются цели для совершенствования шагов бизнес-процесса (таблица 2).

Таблица 2 – Планируемые изменения.

№	Шаг бизнес-процесса	Без изменений	Планируемые изменения	Приводит
1	Формирование годовых ведомостей работ	Заполнение в MS Excel, в соответствии со справочниками, несоответствие сметных норм, ведомости работ, а также предварительной стоимости работ	Введение единого стандарта на формирование ремонтных работ в корпоративной информационной системе SAP, и справочников (технологические карты, товарно-материальные ценности)	Повышение более точного планирования ремонтных работ; введение технологических карт; введение справочника товарно-материальных ценностей (ТМЦ)
2	Формирование локально-сметных расчетов	Заполнение в ПК «Гранд-Смета», с использованием MS Excel	Введение единого стандарта на ремонтные работы; централизованное ведение плановых цен на материалы; интеграция ИС SAP с ПК «Гранд-Смета»	Упрощение и унификация передачи данных между системами; уменьшение трудозатрат на поиск цен из нескольких источников; сокращение ручного выполнения типовых работ; улучшение процедуры годового планирования по срокам

После автоматизации бизнес-процесса, с учетом поставленных целей, будет изменено:

- формирование годовых ведомостей работ (рисунок 5);
- формирование локально-сметных расчетов.

Следующим шагом является описание этапа интеграции корпоративной информационной системы SAP и программного комплекса «ГРАНД-Смета».

Рассматриваемый этап интеграции включает в себя формирование в ИС SAP файла выгрузки и его последующую загрузку в ПК «ГРАНД-Смета». В рамках процесса формирования файла выгрузки XML-формата и его передачи в ПК «ГРАНД-Смета» существуют организация передачи данных из ИС SAP (рисунок 7). На рисунке 8 представлен пример XML-файла после выгрузки из ИС SAP. На рисунке 9 отображен локально-сметный расчет в ПК «Гранд-Смета» после загрузки XML-файла.

Оп...	Пдо	РабМесто	За...	Уп...	Ключ...	С..	КраткТекст операции	ПТ	ФактичРабота	Работа
1100		FRMO	1400	ZFM2			Установка наружных инвентарных лесов (ве			0
1110		PARMAT	1400	ZFM2			Установка плоской заглушки в зазоры флан		0,000	
1120		PARMAT	1400	ZFM2			Установка плоской заглушки в зазоры флан		0,000	
1130		PARMAT	1400	ZFM2			Снятие крышки люка DN400 мм		0,000	
1140		PARMAT	1400	ZFM2			Снятие урвнеремерной колонки DN100 PN4 МП		0,000	
1150		PARMAT	1400	ZFM2			Открепление и снятие термокармана весом		0,000	
1160		PARMAT	1400	ZFM2			Открепление и снятие манометра весом 1,5		0,000	
1170		PARMAT	1400	ZFM2			Чистка, промывка аппарата от грязи метал		0,000	
1180		PARMAT	1400	ZFM2			Промывка аппарата		0,000	
1190		PARMAT	1400	ZFM2			Снятие изоляционного покрытия из упругих		0,000	
1200		PARMAT	1400	ZFM2			Снятие теплоизоляционных матов толщиной		0,000	
1210		PARMAT	1400	ZFM2			Снятие изоляционного покрытия из упругих		0,000	

Рисунок 5. Сформированная ведомость.



Рисунок 5. Формирование ведомости работ и ее передача в ПК «ГРАНД-Смета».

```

<?Document DocumentType="{288478FD-477C-4359-9F34-E8E836870348}">
  <Properties ConstId="ГЭС" Description="Конкретный пример, предупрежд.ТОРО.Цек № 54.Установка синтеза аммиака" RegNum="000004000100"/>
  <VidRab_Catalog Caption="Основной справочник видов работ">
    <VidRab Type="Виды работ 2001r">
      <VidRab_Group Caption="Общестроительные работы" ID="0">
        <VidRab Caption="Материалы" ID="2945" NaclMask="00T" PlanMask="00T"/>
        <VidRab_Group>
          <VidRab_Group Caption="Монтажные работы" ID="10003">
            <VidRab Caption="Электромонтажные работы на других объектах" ID="10000" NaclMask="00T" PlanMask="00T" Nacl="95" Plans="65" NaclCurr="95" PlanCurr="65" OscColumn="H"/>
            <VidRab Caption="Монтаж оборудования" ID="10057" NaclMask="00T" PlanMask="00T" Nacl="60" Plans="60" NaclCurr="60" PlanCurr="60" OscColumn="H"/>
          </VidRab_Group>
        </VidRab_Group>
      </VidRab_Type>
    </VidRab_Catalog>
  </Chapters>
  <Chapter Caption="Име.40003465.Ресивер. Ресивер SysID= 1">
    <Comment Caption="0000001000000436"/>
    <Position Caption=" Установка наружных инвентарных лесов (вертикальная проекция) высотой 2 м" Comment="" Number=" 1" Code="ГЭС08-07-001-02" Units="100 М2 ОБЕЗЖИВАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТИ" Quantity=" 0.06" Vr2001=""/>
    <Position Caption=" Установка плоской загрузки в зазоры фланцевых соединений ДН50 РН4 ПТА" Comment="" Number=" 2" Code="Sp-07-02-02" Units="1 СОЕДИНЕНИЕ" Quantity=" 1" Vr2001=""/>
    <Position Caption="Шпилька 1-Н18-8g-60 СТ35 OCT 26-2040-96" Comment="00000010000025441" Number=" 3" Code="2e0.8e2." Units="шт" Quantity=" 2.000" Vr2001="2945">
      <UserData Data_0="00000010000025441"/>
      <PriceCurr Hta=" 260.00" Comment="Справочник 3"/>
    </Position>
    <Position Caption="ПРОКЛАДКА 1" Ø34x32 НЕДМКА" Comment="00000010000032040" Number=" 4" Code="2e0.8e2." Units="шт" Quantity=" 10.000" Vr2001="2945">
      <UserData Data_0="00000010000032040"/>
      <PriceCurr Hta=" 2200.00" Comment="Справочник 2"/>
    </Position>
    <Position Caption=" Установка плоской загрузки в зазоры фланцевых соединений ДН50 РН4 ПТА" Comment="" Number=" 5" Code="Sp-07-02-04" Units="1 СОЕДИНЕНИЕ" Quantity=" 1" Vr2001=""/>
    <Position Caption="Шпилька 1-Н18-8g-60 СТ35 OCT 26-2040-96" Comment="00000010000025441" Number=" 6" Code="2e0.8e2." Units="шт" Quantity=" 10.000" Vr2001="2945">
      <UserData Data_0="00000010000025441"/>
      <PriceCurr Hta=" 260.00" Comment="Справочник 3"/>
    </Position>
    <Position Caption="ПРОКЛАДКА 1" Ø34x32 НЕДМКА" Comment="00000010000032040" Number=" 7" Code="2e0.8e2." Units="шт" Quantity=" 3.000" Vr2001="2945">
      <UserData Data_0="00000010000032040"/>
      <PriceCurr Hta=" 2200.00" Comment="Справочник 2"/>
    </Position>
    <Position Caption="Снятие крышки люка ДН400 мм" Comment="" Number=" 8" Code="Sp-07-01-01" Units="шт." Quantity=" 1" Vr2001=""/>
    <Position Caption=" Снятие равномерной колонки ДН100 РН4 ПТА длиной 2,2 м" Comment="" Number=" 9" Code="ГЭСМ12-01-003-10" Units="100 М ТРУБОПРОВОДА" Quantity=" 0.01" Vr2001=""/>
    <Position Caption=" Открепление и снятие термоманометра весом до 5 кг на фланцевом соединении" Comment="" Number=" 10" Code="ГЭСМ11-02-002-02" Units="шт." Quantity=" 1" Vr2001=""/>
    <Position Caption=" Открепление и снятие манометра весом 1,5 кг на фланцевом соединении" Comment="" Number=" 11" Code="ГЭСМ11-02-002-01" Units="шт." Quantity=" 1" Vr2001=""/>
    <Position Caption=" Чистка, промывка аппарата от грязи металлическими щетками" Comment="" Number=" 12" Code="ГЭСИ3-06-002-01" Units="100 М2 ОБЕЗЖИВАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТИ" Quantity=" 0.008" Vr2001=""/>
    <Position Caption="Прочистка аппарата" Comment="" Number=" 13" Code="ГЭСИ3-06-004-01" Units="100 М2 ОБЕЗЖИВАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТИ" Quantity=" 0.008" Vr2001=""/>
    <Position Caption=" Снятие изоляционного покрытия из упругих оболочек с аппарата ДН1200 мм, длиной 5 метров с двумя дышками" Comment="" Number=" 14" Code="ГЭСР66-24-01" Units="100 М2 ОБЕЗЖИВАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТИ" Quantity=" 0.22" Vr2001=""/>
    <Position Caption=" Снятие теплоизоляционных матов толщиной 60 мм с аппарата ДН1200 мм, длиной 5 метров с двумя дышками" Comment="" Number=" 15" Code="ГЭСР66-24-02" Units="100 М2 ОБЕЗЖИВАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТИ" Quantity=" 0.22" Vr2001=""/>
    <Position Caption=" Снятие изоляционного покрытия из упругих оболочек (окошки 200x200 мм, 30 шт.)" Comment="" Number=" 16" Code="ГЭСР66-24-01" Units="100 М2 ОБЕЗЖИВАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТИ" Quantity=" 0.012" Vr2001=""/>
    <Position Caption=" Снятие теплоизоляционных матов толщиной 60 мм (окошки 200x200 мм, 30 шт.)" Comment="" Number=" 17" Code="ГЭСР66-24-02" Units="100 М2 ОБЕЗЖИВАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТИ" Quantity=" 0.012" Vr2001=""/>
    <Position Caption=" Чистка равномерной колонки ДН100 РН4 ПТА длиной 2,2 м водоп" Comment="" Number=" 18" Code="Sp-02-06-01" Units="шт." Quantity=" 1" Vr2001=""/>
    <Position Caption=" Снятие фланцевого вентиля стального ДН150 РН4 ПТА" Comment="" Number=" 19" Code="ГЭСМ12-12-001-12" Units="шт." Quantity=" 1" Vr2001=""/>
    <Position Caption=" Снятие фланцевого вентиля стального ДН20 РН2,5 ПТА" Comment="" Number=" 20" Code="ГЭСМ12-12-001-03" Units="шт." Quantity=" 3" Vr2001=""/>
    <Position Caption=" Снятие фланцевого вентиля стального ДН25 РН6,4 ПТА" Comment="" Number=" 21" Code="ГЭСМ12-12-002-04" Units="шт." Quantity=" 1" Vr2001=""/>
    <Position Caption=" Снятие фланцевого вентиля стального ДН32 РН4 ПТА" Comment="" Number=" 22" Code="ГЭСМ12-12-001-05" Units="шт." Quantity=" 2" Vr2001=""/>
    <Position Caption=" Разборка/сборка фланцевого соединения ДН200 РН4 ПТА с вставной прокладкой" Comment="" Number=" 23" Code="Sp-04-01-05" Units="1 СОЕДИНЕНИЕ" Quantity=" 1" Vr2001=""/>
    <Position Caption="ПРОКЛАДКА ПНБ 8-50-40 ГОСТ 481-80" Comment="00000010000040337" Number=" 24" Code="2e0.8e2." Units="шт" Quantity=" 1.000" Vr2001="2945">
      <UserData Data_0="00000010000040337"/>
      <PriceCurr Hta=" 1800.00" Comment="Справочник 2"/>
    </Position>
    <Position Caption="Шпилька 1-Н20-80x110 09Г2С OCT26-2040-96" Comment="00000010000020877" Number=" 25" Code="2e0.8e2." Units="шт" Quantity=" 4.000" Vr2001="2945">
      <UserData Data_0="00000010000020877"/>
      <PriceCurr Hta=" 560.00" Comment="Справочник 3"/>
    </Position>
    <Position Caption=" Разборка фланцевого соединения ДН300 РН2,5 ПТА" Comment="" Number=" 26" Code="Sp-04-01-07" Units="1 СОЕДИНЕНИЕ" Quantity=" 2" Vr2001=""/>
  </Chapter>
</Chapters>
</Document>
  
```

Рисунок 8. XML-файл после выгрузки из системы.

№ п/п	Обозначение	Наименование	Ед. изм.	Количество		Всего	Стоимость единицы				Всего	Общая стоимость		
				на единицу	Всего		в том числе	основ. з.п.	эксп. нах.	з.п. мех.		матер.	основ. з.п.	эксп. нах.
6	диф.вед.	ЦИЛЫБКА 1-М10-Фрв60	ШТ		10	260,00					2 600,00			
7	диф.вед.	ПРОВОДАКА 1'Ф3х4-Ф3х2	ШТ		3	2 200,00					6 600,00			
8	2р-07-01-01	Снятие крышки люка ДМ400	1 пок.		1	147,79					147,79			
9	ГЭСн12-01-003-10	Снятие уровневой колонны ОП100 РН4 МПа длиной 2,1 м	100 м трубопровода		0,01	22 089,95		21 988,97	3 640,88	100,98	220,90		219,89	
		1-4-0 Затраты труда рабочих (гр)	чел.час		1,21	0,00	0,00				0,00	0,00		
		2-Затраты труда машинистов	чел.час		21,05	0,21	0,00		0,00		0,00			
		021102 Краны на автомобильном кол	маш.час		14,72	0,15	1 196,46		1 196,46		179,47		179,47	
		040502 Установки для сварки ручн	маш.час		17,99	0,18	71,74		71,74		12,91		12,91	
		150102 Агрегаты насосные	маш.час		6,15	0,06	501,17		501,17		30,07		30,07	
		330301 Машини шлифовальные эле	маш.час		1,5	0,02	2,85		2,85		0,06		0,06	
		400101 Топки котельные 12 т	маш.час		0,18	0	0,00		0,00		0,00		0,00	
		400111 Полуавтоматы общего назна	маш.час		0,18	0	0,00		0,00		0,00		0,00	
		101-0324 Кислорода технический газо	м3		1,5	0,015	55,59				55,59		0,83	
		101-1519 Электроды диаметр 4 мм	т		0,0062	0,0001	0,00				0,00		0,00	
		411-0002 Охлаждение	м3		0,92	0,0092	18,45				18,45		0,17	
		542-0042 Пропан-бутан, смесь технич	кг		0,37	0,0037	47,55				47,55		0,18	
		Уд			17	0,17	0,00				0,00		0,00	
10	ГЭСн11-02-002-02	Определение и снятие термометра весом до 5 кг на фланцевом соединении	шт.		1	10,70					10,70		10,70	
11	ГЭСн11-02-002-01	Определение и снятие	шт.		1	10,70					10,70		10,70	

Рисунок 9. Локально-сметный расчет.

Выводы

Таким образом, можно сделать вывод о том, что заказы на ремонт, выполняемые в электронных таблицах, будут автоматизированы и будут вестись в информационной системе, за счет чего снизятся ошибки и трудоемкость. Сократятся складские запасы за счет более точного планирования стоимости работ. Будут введены технологические карты ремонта, которые включают в себя комплекс всех ремонтных работ. Также, во введенном справочнике ТМЦ будут присутствовать материалы и запчасти.

Литература

Левина, Т.М. Разработка автоматизации бизнес-процесса «Учет подбора персонала» / Т.М. Левина, С.Е. Цыганаш, А.О. Павлов // Интеграция науки и образования в вузах нефтегазового профиля-2016. Материалы международной научно-методической конференции, посвященной 60-летию филиала Уфимского государственного нефтяного технического университета в г. Салавате. – 2016. – с. 16-18.

УДК 004.624

БИЗНЕС–АНАЛИТИКА В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

BUSINESS INTELLIGENCE IN THE OIL AND GAS INDUSTRY

¹Янбеков Э.Р., ²Азбуханов А.Ф., ³Шарафутдинова Д.Р.,
^{1,3}Уфимский государственный нефтяной технический университет,
 ул. Космонавтов, 1, г. Уфа, Республика Башкортостан, 450062, Россия
²ООО «РН-УфаНИПИнефть», г. Уфа, Российская Федерация

E.R. Yanbekov¹, A.F. Azbukhanov², D.R. Sharafutdinova³,
^{1,3}Ufa State Petroleum Technological University,
 Kosmonavtov Str., 1, Ufa, Republic of Bashkortostan, 450062, Russia
²Ltd. “RN–UfaNIPIneft”, Ufa, Russian Federation

e-mail: yanbekov13@mail.ru

Аннотация. Каждый день крупные нефтяные компании сталкиваются с многочисленным объемом новой информации, которая поступает как из внешних, так и

внутренних источников. К примеру, это могут быть характеристики по месторождению, скважинам и объектам разработки, различные экономические показатели или свойства флюида. Как правило, подобного рода информация представлена в виде чисел и обозначений, которые впоследствии подвергаются учету и обработке для дальнейшего преобразования к доступной и понятной форме. В данной статье представлены процессы бизнес-анализа и средства разработки бизнес-аналитической модели. Бизнес-аналитика или в переводе «Business Intelligence» это совокупность технологий для сбора, хранения и анализа данных, которые позволяют демонстрировать пользователю достоверную информацию в понятном виде, на основе которой и принимаются эффективные пути решения для различных бизнес-процессов. Также рассмотрена задача прогнозирования уровня базовой добычи и пути ее решения посредством бизнес-аналитики. Составлено подробное описание данной области. Изучены подходы к принятию проанализированных решений путем хранения, обработки и сравнения полученных данных, а также приведены примеры по самым актуальным на текущий момент программным средствам бизнес-аналитики.

Abstract. Every day, major oil companies are faced with a plethora of new information that comes from both external and internal sources. For example, it can be characteristics for a field, wells and development objects, various economic indicators or fluid properties. As a rule, this kind of information is presented in the form of numbers and symbols, which are subsequently subject to accounting and processing for further conversion to an accessible and understandable form. This article presents the business analysis processes and development tools of the business analytical model. Business analytics or in translation “Business Intelligence” is a set of technologies for collecting, storing and analyzing data that allow you to demonstrate reliable information to the user in an understandable form, on the basis of which effective solutions for various business processes are taken. Also, reviewed the task of forecasting the level of base production and how to solve it through business intelligence. Compiled detailed description of this area. Studied approaches to making analyzed decisions by storing, processing and comparing the obtained data and also given are examples on the most current business intelligence software for the coming days.

Ключевые слова: бизнес-анализ, бизнес-аналитика, бизнес-процессы, программное средство, база данных, хранилище данных, дэшборд.

Keywords: Business analysis, business intelligence, business processes, software, database, data warehouse, dashboard.

В современном мире в условиях жесткой конкуренции практически каждая компания стремится повысить свою значимость и занять лидирующую позицию в своем сегменте рынка. Для этого им необходимо поддерживать доход на рентабельном уровне, сокращать свои издержки, улучшать качество реализуемого продукта и увеличивать прибыль компании. Разрешить данный ряд проблем можно посредством бизнес-анализа и различных инструментов бизнес-аналитики [1, С. 49-51].

Сферой задач бизнес-аналитики является исследование применяемых в компании бизнес-процессов с последующим обнаружением слабых мест, из-за которых и происходят неоправданные расходы, потери ресурсов и рабочего времени.

Работа бизнес-аналитика содержит в себе следующие этапы:

1. Выявить потребности заказчика.
2. Понять корень проблемы, которую ему нужно разрешить.
3. Самостоятельно или при помощи своей команды сформулировать

концепцию решения выявленной проблемы.

4. Оформить концепцию в техническое задание с конкретными требованиями к будущему продукту.

Следовательно, главной целью бизнес-аналитика является обнаружение проблем бизнеса заказчика с последующим расчетом максимально эффективного решения. Для этого он должен обладать необходимым инструментарием и знаниями в предметной области [2].

Поиск слабых мест заказчика требует использования различных методик бизнес-анализа, таких как:

SWOT-анализ – метод стратегического планирования, который заключается в выявлении факторов внутренней и внешней среды организации и разделении категории.

PEST-анализ (иногда обозначают как STEP) – маркетинговый инструмент, предназначенный для выявления аспектов внешней среды, которые влияют на бизнес компании.

Анализ пяти сил Портера (Porter five forces analysis) – методика для анализа отраслей и выработки стратегии бизнеса.

SNW-анализ (Strength, Neutral, Weakness) – анализ сильных, нейтральных и слабых сторон организации [3, С. 109-113].

После получения оценочных результатов посредством бизнес-анализа происходит этап построения аналитического решения, что влечет за собой:

1. построение моделей процессов;
2. организация структур;
3. создание прототипа пользовательского интерфейса;
4. составление дэшбордов (динамических отчетов);
5. написание сценария использования.

В это же время делается точная оценка трудозатрат и длительности работ. Детализировать каждое требование в виде спецификаций. Консультировать программистов, тестировщиков и персонал проекта во время разработки продукта, обговаривать спорные моменты с заказчиком [4].

Что касается построения бизнес-аналитической системы, то она должна выглядеть следующим образом (Рисунок 1).

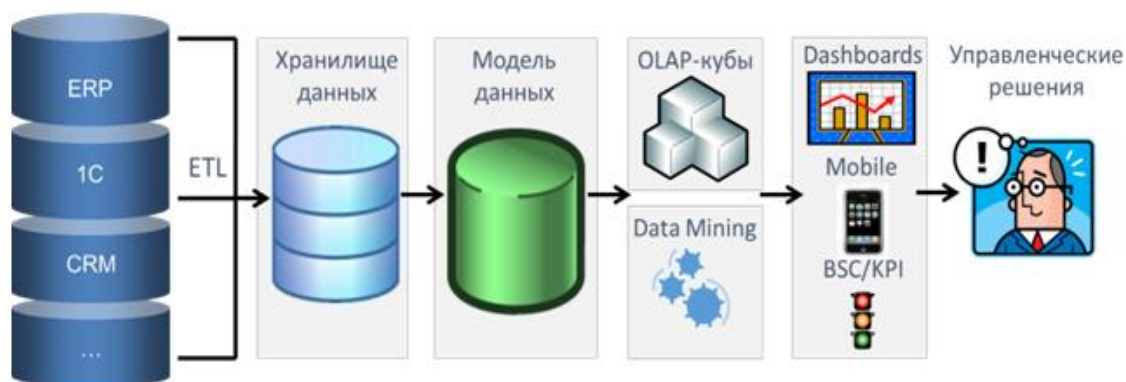


Рисунок 1. Этапы преобразования аналитических данных.

Благодаря данной архитектуре, аналитическая система позволяет снизить трудозатраты в несколько раз за счет быстро обрабатываемой информации, переходящей в визуальные плановые решения [5].

На начальном этапе данные могут содержаться в различных источниках, таких как СУБД, учетные системы, электронные архивы, локальные документы и т.д.

Поэтому возникает вопрос в обеспечение целостного объединения имеющихся данных. Способствовать этому помогает ETL. ETL – аббревиатура от «Extract, Transform, Load». Дословно, как «извлечение, преобразование, загрузка». Это комплекс систем, позволяющий перевести исходные данные из разных источников к одному общему справочному виду с последующей загрузкой обработанной информации в хранилище данных (DWH). Также данная система необходима для минимизации различного рода ошибок, которые могут появиться из-за:

- случайного ввода недостоверной информации;
- переноса данных;
- багов;
- несоответствий формата, кодировки и типа между источниками и хранилищем данных.

После фильтрации всех значений, информация будет загружена в DWH. Data Warehouse (DWH) – в переводе хранилище данных, является местом хранения всех данных предприятия в многомерном виде для быстрого поиска необходимой информации с целью дальнейшего бизнес-анализа и составления отчетности [6].

Работа с аналитическими данными осуществляется при помощи технологии «online analytical processing» – аббревиатура OLAP, что в переводе с английского означает интерактивная аналитическая обработка. OLAP позволяет предоставить пользователю данные в виде различных таблиц с возможностью добавления агрегатных значений, таких как сумма, среднее, максимальное или минимальное значение и т.д.

В качестве примера, выгрузим данные по необходимому месторождению с целью прогнозирования и сравнения базовых дебитов за определенный период.

Для начала извлечем необходимую информацию средствами OLAP и офисной программы Microsoft Excel (рисунок 2). Сначала из многомерной базы данных предприятия, выбираем необходимые поля, такие как: номер скважины, дебиты по выбранному объекту разработки, а также необходимый промежуток времени. Эти данные будут представлены в виде сводной таблицы.

2	МестОбъектРазр		
3	Объект		
4	Даты,Даты	(несколько элементов)	
5			
6			Значения
7	Носкв	Месяц	Qн МЭР Ср - м3_сут
8	2	дек2011	5,1
9	2	январь2012	6,7
10	2	февраль2012	5,2
11	2	март2012	4,9
12	2	апрель2012	6,1
13	2	май2012	6,0
14	2	июнь2012	7,0
15	2	июль2012	5,7
16	2	август2012	5,1
17	2	сентябрь2012	4,1
18	2	октябрь2012	3,1
19	2	ноябрь2012	3,3
20	2	декабрь2012	4,5

Рисунок 2. Выгрузка данных средствами Excel.

После получения необходимой информации можно приступить к построению бизнес-аналитического отчета. Для этого используется программа Power BI фирмы Microsoft.

Подключаем полученную средствами Excel таблицу в Power BI. Далее нам нужно сравнить фактическую базовую добычу с 2015 по 2018 год, с ранее прогнозируемыми темпами падения.

Из графика можно видеть, на сколько фактические показатели накопленной добычи отличаются от прогнозируемых (рисунок 3).

Мы видим, что прогнозируемые показатели чуть больше фактических.

Это изменение вызвано из-за того, что фактические темпы падения с 2012 по 2014 года, были выше, чем за период с 2015 по 2017 г.

Благодаря полученному отчету, бизнес-аналитик сможет сконструировать план действий по выбранному варианту разработки, что в дальнейшем позволит учесть ошибки неправильной эксплуатации объекта месторождения и повысить КИН.

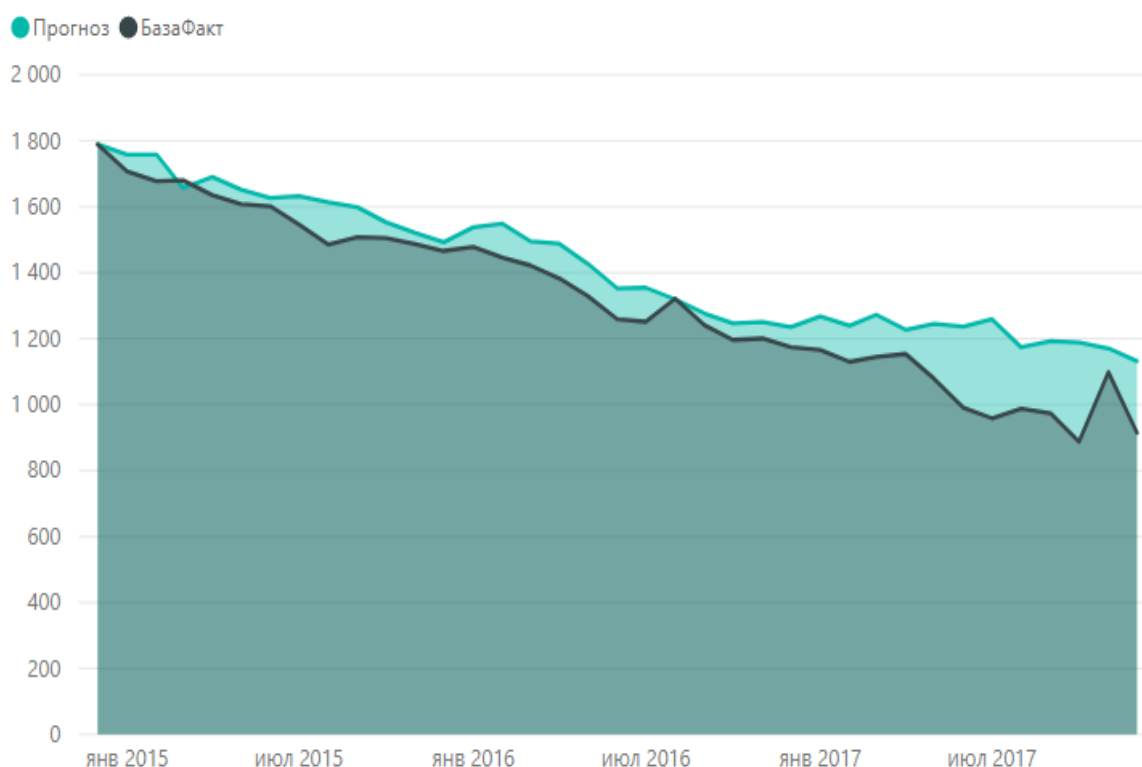


Рисунок 3. Сравнение прогноза и факта базовой добычи объекта на период 2015-2017 гг.

Выводы

Таким образом, объединение необходимой информации, составление наглядного отчета и оптимизация процессов организации является одной из самых сложных и востребованных задач не только в нефтегазовой отрасли, но и на любом современном предприятии, где требуется повышение производительности.

Решить поставленные пред нами цели возможно благодаря бизнес-анализу, инструментам моделирования и составленному бизнес-плану компании, что в совокупности и представляет собой процесс бизнес-аналитики в целом [7].

Литература

1. Аббакумов, В.Л. Бизнес-анализ информации. Статистические методы: учебник / В.Л. Аббакумов, Т. Лезина. – М.: ЗАО «Издательство «Экономика», 2009, – 374 с. – (Учебники экономического факультета СПбГУ).
2. Орлова, Е.Р. Бизнес-план: методика составления и анализ типовых ошибок / Е.Р. Орлова. – 8-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство «Омега-Л», 2011. – 159 с.: табл. – (Организация и планирование бизнеса).
3. Маховикова, Г.А. Анализ и оценка рисков в бизнесе: Учебник и практикум для академического бакалавриата / Г.А. Маховикова, Т.Г. Касьяненко. – Люберцы: Юрайт, 2016. – 464 с.
4. Основные методы в бизнес-аналитике [Электронный ресурс]. – URL: <https://clck.ru/G5RJv> (дата обращения: 15.03.19).
5. Бизнес аналитика – система будущего [Электронный ресурс].– URL: <https://clck.ru/G5RK9> (дата обращения: 15.03.19).
6. Бизнес аналитик: обязанности, карьерные и профессиональные перспективы [Электронный ресурс].– URL: <https://clck.ru/G5RKT> (дата обращения: 16.03.19).
7. Ключевые качества бизнес-аналитика в IT [Электронный ресурс].– URL: <https://clck.ru/G5RKY> (дата обращения: 17.03.19).

УДК 004.45

МОНИТОРИНГ СРОКОВ ОКОНЧАНИЯ ДЕЙСТВИЯ КЛЮЧЕЙ ЭЛЕКТРОННЫХ ЦИФРОВЫХ ПОДПИСЕЙ

MONITORING TERM OF END OF KEYS OF ELECTRONIC DIGITAL SIGNATURES KEYS

Булатов А.С., Родионов А.С.,
Уфимский государственный нефтяной технический университет,
филиал в г. Салавате, ул. Губкина, 22б, г. Салават, Республика Башкортостан,
453250, Россия

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

e-mail: sasha_salavat@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается применение программных средств для мониторинга сроков окончания действия ключей электронных цифровых подписей (ЭЦП). Обоснована актуальность темы, проанализирован процесс уведомления пользователей об окончании сроков действия электронной цифровой подписи. Разработана информационная система, позволяющая отслеживать окончание сроков действия сертификатов электронных цифровых подписей, изменения персональных данных владельцев ЭЦП и формировать различные виды отчетов. Электронная цифровая подпись представляет собой небольшой объем информации, который добавляется к электронному документу. При получении или предъявлении документа,

подписанного ЭЦП, можно легко установить его авторство и подлинность. Кроме того, ЭЦП защищает документ от модификации и подделки, так как содержит в себе сжатый и зашифрованный образ электронного документа – «дайджест» документа. Одним из факторов, создающим задержки в документообороте, является отсутствие систем уведомления об окончании сроков действия ключей электронных цифровых подписей. У каждого ключа электронной цифровой подписи есть срок действия. И важно знать заранее, когда истекает срок действия ключа, ведь получить новый за короткие сроки не всегда представляется возможным. Не активированная ЭЦП может негативно отразиться на эффективности работы организации.

Abstract. The article discusses the use of software for monitoring the expiration dates of keys for electronic digital signatures (EDS). The relevance of the topic is grounded, the process of notifying users about the expiration of a digital signature is analyzed. An information system has been developed that allows you to track the expiration of certificates for electronic digital signatures, changes in personal data of owners of digital signatures and generate various types of reports. An electronic digital signature is a small amount of information that is added to an electronic document. Upon receipt or presentation of a document signed by EDS, you can easily establish its authorship and authenticity. In addition, the EDS protects the document from modification and forgery, as it contains a compressed and encrypted image of an electronic document - a “digest” of the document. However, the analysis of the data on the affected problem shows that one of the factors causing delays in the workflow is the lack of notification systems about the expiration of the validity of keys for electronic digital signatures. Each digital signature key has an expiration date. And it is important to know in advance when the key expires, because it is not always possible to get a new one in a short time. Not activated EDS can adversely affect the efficiency of the organization.

Ключевые слова: система, уведомление, электронная цифровая подпись, мониторинг, пользователь.

Keywords: System, notification, electronic digital signature, monitoring, user.

На сегодняшний день важнейшим фактором, влияющим на функционирование предприятия, является грамотная организация системы документооборота.

Одним из важнейших решений, направленных на ускорение и усовершенствование системы документооборота на современном предприятии, является использование электронной цифровой подписи (ЭЦП).

ЭЦП – это реквизит электронного документа, полученный в результате криптографического преобразования информации с использованием закрытого ключа подписи и позволяющий проверить отсутствие искажения информации в электронном документе с момента формирования подписи, принадлежность подписи владельцу сертификата ключа подписи, а в случае успешной проверки подтвердить факт подписания электронного документа.

Подпись связана как с автором, так и с самим документом с помощью криптографических методов, и не может быть подделана с помощью обычного копирования.

Важной задачей является своевременное продление ключей ЭЦП, с чем у организаций зачастую возникают проблемы из-за отсутствия уведомлений об окончании срока действия.

Электронная подпись, выдаваемая аккредитованными удостоверяющими центрами, имеет срок действия не более двенадцати месяцев со дня регистрации сертификата в государственном реестре. Это ограничение введено для ежегодной инспекции документов владельца ЭЦП, которая должна подтвердить актуальность данных, имеющихся в распоряжении Минкомсвязи.

Минимального срока действия у электронной цифровой подписи нет, она может быть отозвана по желанию владельца в любой момент или же по решению регистрационных органов в некотором ряде ситуаций.

Во всех других случаях аннулирование ЭЦП происходит через двенадцать месяцев с момента регистрации сертификата подписи.

Для продления сертификата необходимо заранее до истечения срока действия ключа обратиться в удостоверяющий центр, где будет проведена инспекция документов. Затем сертификат будет продлен еще на двенадцать месяцев или же можно заменить ключ на новый.

Для проверки срока действия электронной подписи существуют специальные онлайн-сервисы, однако, данный способ не всегда удобен, так как содержит много этапов и требует установки специальных программных средств. Кроме того, для многих организации такой способ не подходит, так как она ежедневно обрабатывает тысячи документов, и каждый сертификат не может быть проверен вручную.

Таким образом, решением данной проблемы является создание информационной системы мониторинга сроков окончания ключей электронных цифровых подписей.

Проведем сравнительный анализ существующих систем мониторинга и представим результаты в виде таблицы 1.

Таблица 1 – Результаты анализа существующих систем мониторинга.

Характеристика	Avanpost	JaCarta	Indeed	Рутокен
Поддержка различных токенов, смарт-карт	Да	Да	Да	Да
Учет ключей	Да	Да	Да	Да
Дубликаты ключей	Да	Да	Да	Да
Журнал событий	Да	Да	Да	Да
Автоматизация выпуска сертификатов	Да	Да	Да	Да
Сертификат соответствия ФСТЭК	Да	Да	Да	Да
Поддержка удостоверяющих центров	Да	Да	Да	Да
Автоматическая синхронизация изменений	Нет	Да	Да	Да
Учет управления жизненным циклом носителей	Да	Да	Да	Да
Отчетность	Да	Да	Да	Да
Адаптивный веб-интерфейс	Нет	Нет	Да	Нет
Мониторинг сроков окончания действия ключей	Нет	Нет	Нет	Нет

Как видно из проведенного анализа, представленные на российском рынке средства имеют широкие функциональные возможности, позволяют использовать различные носители ключей, имеют сертификацию ФСТЭК, однако не позволяют осуществлять мониторинг сроков окончания действия ключей, поэтому необходимо разработать систему мониторинга сроков окончания действия ключей электронных цифровых подписей.

Разработанная информационная система мониторинга сроков окончания ключей ЭЦП позволяет:

1. отслеживать окончание срока действия ЭЦП, владельца ЭЦП, его должность и организацию, в которой он работает;

2. уведомлять пользователя об окончании срока действия сертификата ЭЦП;
3. уведомлять об изменениях у сотрудников организации личных данных (фамилия, имя, отчество), подразделения, а также уведомлять в случае увольнения работников. В таких случаях сертификат становится недействительным и его необходимо аннулировать;
4. формировать отчеты;
5. возможность одновременного использования несколькими пользователями

На рисунке представлено рабочее окно информационной системы мониторинга сроков окончания ключей ЭЦП.

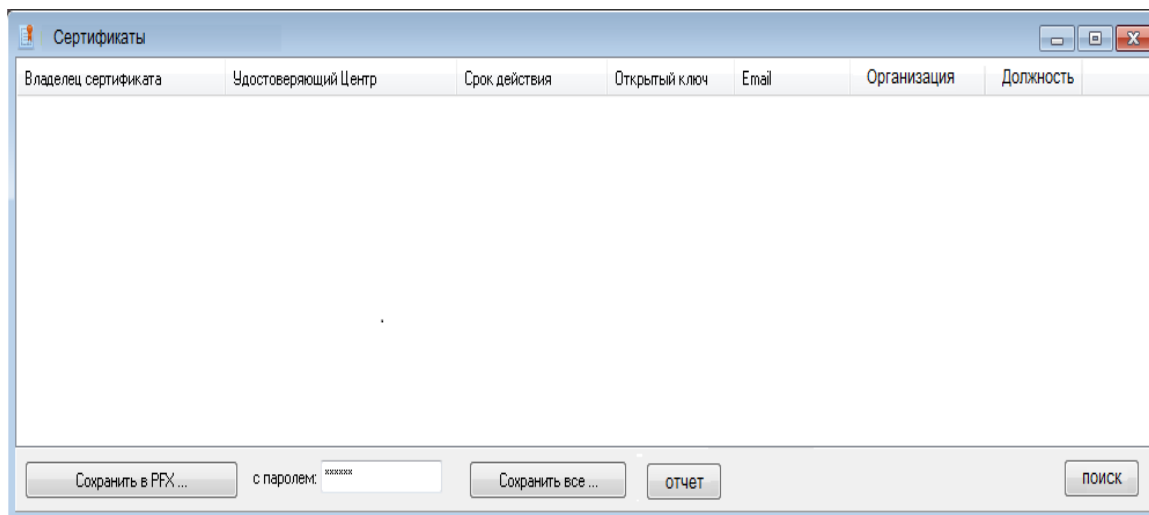


Рисунок. Главное окно информационной системы.

Выводы

В результате выполнения работы была осуществлена разработка информационной системы мониторинга сроков окончания действия ключей электронной цифровой подписи. За счет неё были снижены риски, связанные со сроками сдачи документации.

Литература

1. Головина Е.Ю., Левина Т.М. Вопросы оценки информационной безопасности на объектах нефтегазовой отрасли // Стратегия развития и инноваций: материалы научно-практической конференции посвященной 70-летию ООО «Газпром нефтехим Салават», Уфа: Изд-во УГНТУ. 2018, с. 149.
2. Компьютеры. Вчера, сегодня, завтра. Головина Е.Ю., Полянская В.И. // В сборнике: Физика конденсированного состояния и ее приложения. Сборник трудов Всероссийской научно-практической. Ответственный редактор – О.В. Ахметова. 2018. С. 151-155.
3. Головина Е.Ю., Батршина З.Р. Автоматизированная система рейтинговой оценки преподавателей кафедры // В сборнике: Наука. Технология. Производство – 2017. Прикладная наука как инструмент развития нефтехимических производств. Материалы Международной научно-технической конференции, посвященной дню Химика и 40-летию кафедры химико-технологических процессов Филиала Уфимского государственного нефтяного технического университета в г. Салавате. 2017. С. 425-428.

4. Головина Е.Ю., Васильев И.С. «Программы-вымогатели» как основная угроза информационной безопасности предприятия // В сборнике: Материалы конференций ГНИИ «Нацразвитие». Август 2018. Сборник избранных статей. 2018. С. 107-109.

5. Родионов А.С., Юсупова Л.Р. Автоматизация процесса создания и обработки заявок, связанных с отказом оборудования в нефтегазовых предприятиях // Сборник тезисов докладов VI научно-технической конференции молодых специалистов ООО «Башнипинефть», Издательство: ООО «БашНИПИнефть», 2016. С. 133-134.

6. Родионов А.С., Бикзянова А.А. Доработка процесса оформления проекта доверенности в системах электронного документооборота нефтегазовых предприятий // Сборник тезисов докладов VI научно-технической конференции молодых специалистов ООО «Башнипинефть», Издательство: ООО «БашНИПИнефть», 2016. С. 117-118.

7. Родионов, А.С., Фархутдинов, Р.И., Хусаинов, И.Р. Программный комплекс моделирования температурных полей в скважине / А.С. Родионов, Р.И. Фархутдинов, И.Р. Хусаинов Информационные технологии. Проблемы и решения. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. 1(4). – С. 27-30.

УДК 004.896

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИКИ НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРТНЫХ ЗНАНИЙ

THE DEFINITION OF ENERGY EQUIPMENT TECHNICAL CONDITION BASED ON EXPERT KNOWLEDGE

Агибалов В.А., Белов М.К., Дмитриева М.А., Щербатов И.А.,
ФГБОУ ВО НИУ МЭИ «Национальный исследовательский университет
Московский Энергетический институт»,
г. Москва, Российская Федерация

V.A. Agibalov, M.K. Belov, M.A. Dmitrieva, I.A. Shcherbatov,
FSBEI NPE NRU MPEI “National Research University
Moscow Power Engineering Institute”,
Moscow, Russian Federation

e-mail: mar-ka9898@mail.ru

Аннотация. В соответствии с энергетической стратегией России на период до 2030 года [1] ставится крайне актуальная задача, обусловленная необходимостью обеспечения эффективного функционирования энергетического сектора нашей страны. Одной из ключевых подзадач при этом является построение современных высокоэффективных систем мониторинга и оценки текущего (актуального) технического состояния оборудования энергетики, которые обеспечивают организацию технического обслуживания и ремонта оборудования для приведения его в надлежащее состояние. В этой связи крайне актуальной является задача оценки актуального технического состояния энергетического оборудования в процессе его функционирования. В работе для оценки технического состояния длительно работающего энергетического оборудования предложено использовать знания экспертов. Данные знания получены на основе опыта, накапливающегося в процессе

эксплуатации оборудования. Знания формализуются с использованием теории нечетких множеств на основе трапециевидных функций принадлежности. Выбор указанного типа функций принадлежности обусловлен наличием зоны, позволяющей описать неуверенность эксперта. Оценка производится на основе показаний вибрационных диагностических систем. В качестве параметров использованы виброперемещение и виброскорость. Базовым алгоритмом нечеткого вывода является алгоритм Сугено-Такаги. Приведенные результаты моделирования в среде инженерных расчетов Matlab позволяют утверждать о применимости такой процедуры оценки технического состояния оборудования энергетики.

Abstract. In accordance with the energy strategy of Russia for the period up to 2030 [1], an extremely urgent task is set, due to the need to ensure the effective functioning of the energy sector of our country. One of the key subtasks in this case is the construction of modern high-performance monitoring and evaluation systems of the current (actual) technical condition of energy equipment, which provide the organization of maintenance and repair of equipment to bring it into proper condition. In this regard, it is extremely important to assess the current technical condition of power equipment in the process of its operation. In work for an assessment of a technical condition of the long-working power equipment it is offered to use knowledge of experts. This knowledge is obtained on the basis of experience accumulated during the operation of the equipment. Knowledge is formalized using the theory of fuzzy sets based on trapezoidal membership functions. The choice of this type of membership functions is due to the presence of a zone that allows to describe the uncertainty of the expert Advisor. The assessment is made on the basis of indications of vibration diagnostic systems. Vibration displacement and vibration velocity are used as parameters. The basic fuzzy inference algorithm is the Sugeno-Takagi algorithm. The results of modeling in the environment of engineering calculations Matlab allow us to assert the applicability of this procedure for assessing the technical condition of energy equipment.

Ключевые слова: энергетика, диагностика, турбины, нечеткая логика, алгоритм Сугено.

Keywords: power engineering, diagnostics, turbines, fuzzy logic, Sugeno algorithm.

Целью настоящей работы является повышение эффективности эксплуатации тепловых электрических станций за счет своевременного диагностирования технического состояния продленного оборудования или оборудования, срок службы которого подходит к концу на основе современного математического аппарата, базирующегося на нечеткой логике и теории нечетких множеств [2].

В качестве объекта исследования, для которого синтезируется процедура определения актуального технического состояния, выступают паровые турбины, которые широко распространены на станциях в Российской Федерации.

Базовый диагностический метод определения технического состояния паровой турбины – вибрационный мониторинг, широко распространенный в практике поддержания оборудования энергетики в надлежащем техническом состоянии.

Общие требования к контролю вибрационного состояния машин разных видов по измерениям вибрации на частях паротурбинного агрегата приведены в [3].

Настоящий стандарт распространяет рекомендации [4] на оценку вибрационного состояния крупных паровых турбин по результатам измерений вибрации на корпусах, опорах подшипников и подвижных частях турбины.

Все расчеты, построение математической модели оценки состояния паровой турбины и экспериментальные исследования производятся в среде инженерных расчетов Matlab с использованием Fuzzy Logic Toolbox.

Результаты измерений в этих точках способны достаточно полно характеризовать общее вибрационное состояние паровой турбины.

Установленные стандартом критерии оценки вибрационного состояния обобщают опыт эксплуатации машин данного вида.

Настоящим стандартом установлены два критерия оценки вибрационного состояния паровой турбины, работающей в установившемся режиме: на основе абсолютных значений вибрации и на основе изменения этих значений.

Вибрационное состояние паровой турбины может быть разделено на три зоны (учитывается время работы паровой турбины, рисунок 1):

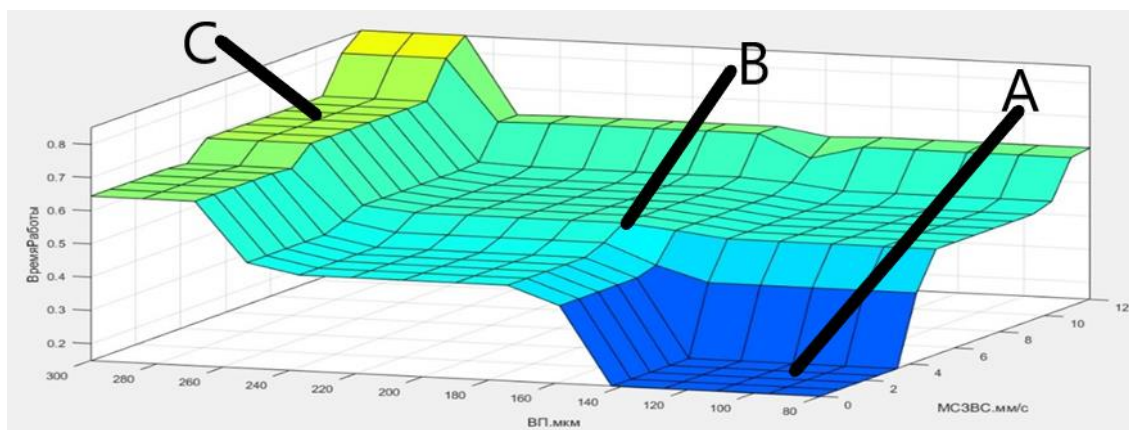


Рисунок 1. График зависимости времени работы оборудования от виброперемещения и виброскорости.

- Зона А – паровые турбины, вибрация которых попадает в эту зону, обычно считают пригодными для длительной эксплуатации без ограничения сроков;
- Зона В – паровые турбины, вибрация которых попадает в эту зону, обычно считают непригодными для длительной непрерывной работы;
- Зона С – уровни вибрации в данной зоне обычно рассматривают как способные вызывать серьезные повреждения паровых турбин.

В случае попадания параметров вибромониторинга, характеризующих состояние паровой турбины в зону В и С, мы стараемся с максимальной точностью выявить дефект, оказывающий влияние на вибрационное состояние паровой турбины и, как следствие, на возможную аварийную ситуацию.

Оценка вибрационного состояния паровой турбины производится на основе двух параметров – виброперемещение (ВП) [мкм] и максимальное среднее квадратическое значение виброскорости (МСЗВС) [мм/с].

Для оценки вибрационного состояния машины, работающей в установившемся режиме на рабочей частоте вращения, и принятия решений о необходимых действиях в конкретной ситуации установлены зоны в соответствии с указанными выше и показанными на рисунке 1.

В качестве выходного параметра было важно получить действительное число из интервала. Исходя из этого, и проведенного критического литературного обзора различных алгоритмов нечеткого вывода, позволяющих оперировать с экспертными знаниями, формализованными с использованием теории нечетких множеств, нами был выбран нечеткий логический вывод Сугено-Такаги.

В данном алгоритме нечеткого вывода построение базы правил осуществляется в виде упорядоченного определенным образом лингвистических конструкций вида «IF A AND B THEN $w = \varepsilon_1 * a + \varepsilon_2 * b$ ».

В качестве антецедентов и консеквентов продукционных правил выступают простые высказывания A, B (нечеткие), образующие сложные высказывания с использованием соответствующих логических связей «И».

В результирующей формуле a и b – конкретные (четкие) значения, которые принимают входные переменные, соответствующие нечетким значениям A и B.

Весовые коэффициенты ε_1 и ε_2 определяют коэффициенты пропорциональности между четкими значениями входных переменных и выходной переменной системы нечеткого вывода. Рассчитанное четкое значение выходной переменной w является действительным числом.

При формализации знаний экспертов в области оценивания вибрационного состояния паровых турбин использовались трапецевидной функции принадлежности.

Выбор данного типа функций принадлежности обусловлен тем, что не существует четких границ безотказной работы оборудования. Приближаясь к границам заданного интервала, степень уверенности безотказной работы снижается.

Кроме того, необходимо отметить, что большинство дефектов диагностируется не конкретным значением, а непрерывным приращением термина в течение определенного промежутка времени (рисунок 2).

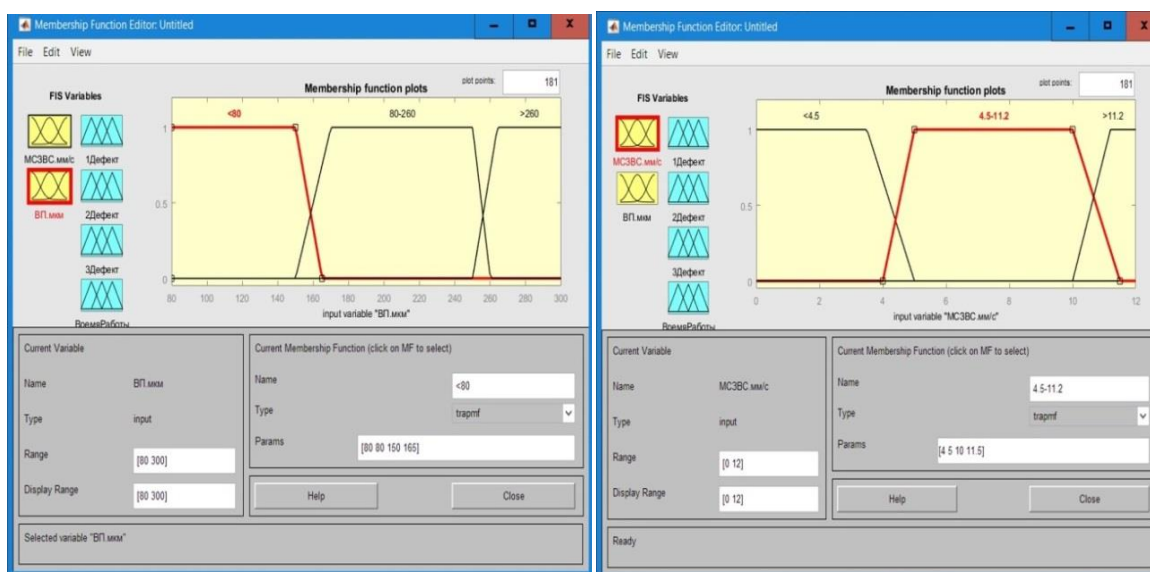


Рисунок 2. Формализация входных параметров с использованием трапецевидных функций принадлежности.

Виды дефектов и ключевые тенденции изменения технического состояния паровых турбин, обусловленные вибрациями подвижных частей, показаны в [5].

Задаем входные переменные – термы (относительное виброперемещение, максимальное среднее квадратическое значение виброскорости). Значения соответствуют диапазонам, приведенным в соответствующих ГОСТ [3-4].

Задаем дефекты, характерные изменению данных входных величин (термов):

- Дисбаланс из-за попадания масла (пара) в осевую расточку ротора;
- Повреждение муфтового соединения (обрыв болтов соединяющих жесткие муфты);
- Отсутствие натяга на крышке подшипника.

После этого производится задание набора продукционных правил (рисунок 3).

```

1. If (МСЗВС.мм/с is <4.5) and (ВП.мкм is <80) then (1Дефект is 1Дефект) (0)
2. If (МСЗВС.мм/с is <4.5) and (ВП.мкм is <80) then (2Дефект is 2Дефект) (0)
3. If (МСЗВС.мм/с is <4.5) and (ВП.мкм is <80) then (3Дефект is 3Дефект) (0)
4. If (МСЗВС.мм/с is <4.5) and (ВП.мкм is <80) then (ВремяРаботы is БезОграничений) (1)
5. If (МСЗВС.мм/с is <4.5) and (ВП.мкм is <80) then (ВремяРаботы is 7-30Суток) (0)
6. If (МСЗВС.мм/с is <4.5) and (ВП.мкм is <80) then (ВремяРаботы is Недопустимо) (0)
7. If (МСЗВС.мм/с is <4.5) and (ВП.мкм is 80-260) then (1Дефект is 1Дефект) (0.25)
8. If (МСЗВС.мм/с is <4.5) and (ВП.мкм is 80-260) then (2Дефект is 2Дефект) (0.55)
9. If (МСЗВС.мм/с is <4.5) and (ВП.мкм is 80-260) then (3Дефект is 3Дефект) (0.2)
10. If (МСЗВС.мм/с is <4.5) and (ВП.мкм is >260) then (1Дефект is 1Дефект) (0.2)
11. If (МСЗВС.мм/с is <4.5) and (ВП.мкм is >260) then (2Дефект is 2Дефект) (0.6)
12. If (МСЗВС.мм/с is <4.5) and (ВП.мкм is >260) then (3Дефект is 3Дефект) (0.2)
13. If (МСЗВС.мм/с is 4.5-11.2) and (ВП.мкм is <80) then (1Дефект is 1Дефект) (0)
14. If (МСЗВС.мм/с is 4.5-11.2) and (ВП.мкм is <80) then (2Дефект is 2Дефект) (0)
15. If (МСЗВС.мм/с is 4.5-11.2) and (ВП.мкм is <80) then (1Дефект is 1Дефект) (0.25)
16. If (МСЗВС.мм/с is 4.5-11.2) and (ВП.мкм is <80) then (2Дефект is 2Дефект) (0.25)
17. If (МСЗВС.мм/с is 4.5-11.2) and (ВП.мкм is <80) then (3Дефект is 3Дефект) (0.5)
18. If (МСЗВС.мм/с is 4.5-11.2) and (ВП.мкм is 80-260) then (1Дефект is 1Дефект) (0.33)
19. If (МСЗВС.мм/с is 4.5-11.2) and (ВП.мкм is 80-260) then (2Дефект is 2Дефект) (0.33)
20. If (МСЗВС.мм/с is 4.5-11.2) and (ВП.мкм is 80-260) then (3Дефект is 3Дефект) (0.34)
21. If (МСЗВС.мм/с is 4.5-11.2) and (ВП.мкм is >260) then (1Дефект is 1Дефект) (0.3)

```

Рисунок 3. Многочисленные правила.

Результаты работы алгоритма определения технического состояния приведены на рисунке 4.

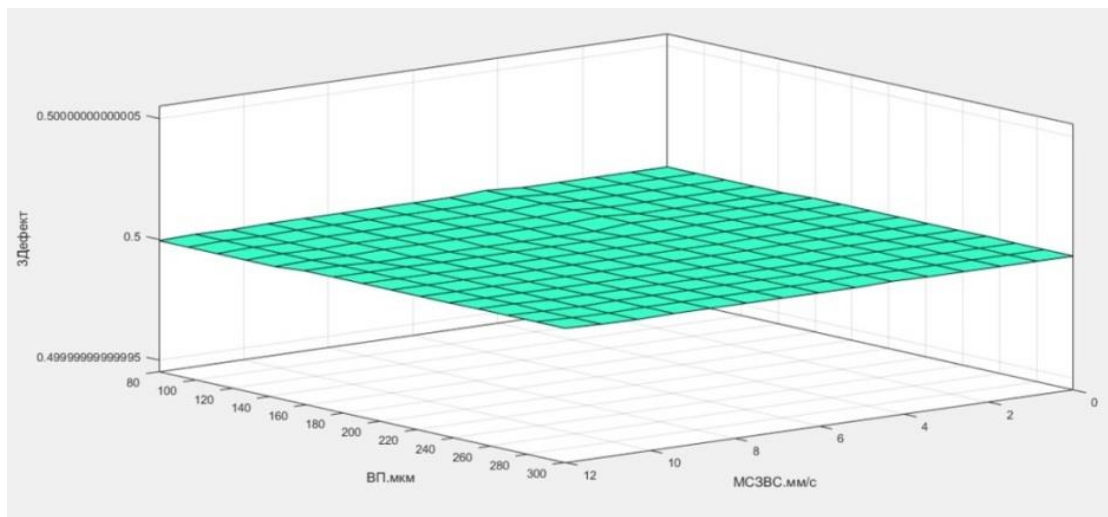


Рисунок 4. Вывод дефекта по заданным правилам и термам.

Выводы

В ходе работы установлено, что с помощью методов нечеткой логики можно определить общее состояние оборудования, но выявить конкретный дефект невозможно ввиду недостаточного количества термов (рисунок 4). Вибрационной характеристики не хватает для описания конкретного элемента установки, так как вибрация действует на все оборудование в целом.

Литература

1. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 13 ноября 2009 г. №1715-р.
2. Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB / С.Д. Штовба. М.: Горячая линия – Телеком, 2007. 288 с.

3. ГОСТ 25364-97 «Нормы вибрации опор валопроводов и общие требования к проведению измерений», введенный 1999-07-01.
4. ГОСТ 27165-97 «Агрегаты паротурбинные стационарные. Нормы вибрации валопроводов и общие требования к проведению измерений», введен 1999-07-01.
5. Мурманский Б.Е. Разработка, апробация и реализация методов повышения надежности и совершенствования системы ремонтов паротурбинных установок в условиях эксплуатации.: 2015. 457 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

УДК 004.94

**ОБЛАЧНЫЙ СЕРВИС ПОДДЕРЖКИ КОГНИТИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ:
АРХИТЕКТУРА И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ****CLOUD SERVICE FOR COGNITIVE MODELING SUPPORT:
THE ARCHITECTURE AND IMPLEMENTATION DETAILS**

Подвесовский А.Г., Исаев Р.А., Лупачев Е.А.,
ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»,
г. Брянск, Российская Федерация

A.G. Podvesovskii, R.A. Isaev, E.A. Lupachev,
FSBEI HE “Bryansk State Technical University”, Bryansk, Russian Federation

e-mail: apodv@tu-bryansk.ru

Аннотация. В статье описаны результаты основных этапов проектирования облачного многопользовательского сервиса поддержки когнитивного моделирования. Актуальность разработки такого сервиса обоснована путем выделения особенностей процесса когнитивного моделирования сложных систем, ключевой из которых является необходимость привлечения к процессу моделирования большого количества участников. Кратко сформулированы требования к проектируемому сервису, на основе чего предложено использовать для реализации сервиса одну из платформ облачных вычислений. В качестве конкретной платформы выбрана Microsoft Azure. Приведена архитектура сервиса, с указанием соответствующих средств реализации отдельных компонентов и основных ролей пользователей. Описано назначение основных подсистем, выделенных в рамках архитектуры. Дано описание политики предоставления прав, приведена таблица соответствия ролей и прав, допустимых для них по умолчанию. Также разработана диаграмма вариантов использования проектируемого сервиса, в наглядном виде отражающая существующие роли пользователей и их связи с правами. Концептуальная модель данных проектируемого сервиса описана в виде диаграммы «сущность-связь». В заключительной части статьи сформулированы направления дальнейшей работы. Среди них выделены проектирование подсистем сервиса, реализация в их рамках методов и алгоритмов идентификации, анализа и визуализации нечеткой когнитивной модели, а также проектирование и реализация пользовательского интерфейса.

Abstract. The article describes the results of the main stages of designing a cloud multi-user cognitive modeling support service. The relevance of the development of such a service is justified by highlighting the features of the process of cognitive modeling of complex systems, the key of which is the need to involve a large number of participants in the modeling process. The requirements for the designed service are briefly formulated, on the basis of which it is proposed to use one of the cloud computing platforms for the implementation of the service. Microsoft Azure has been chosen as the specific platform. The architecture of the service, indicating the appropriate means of implementation of individual components and the main roles of users is given. The functions of the main subsystems of the

architecture are described. A legal policy is described, and a table of roles and default permissions is provided. A use case diagram of the designed service, reflecting in a visual form the existing users roles and their relationship with rights, is also developed. The conceptual data model of the designed service is described in the form of an entity-relationship diagram. In the final part of the article the directions of further work are formulated. Among them are the design of service subsystems, the implementation of methods and algorithms for identification, analysis and visualization of fuzzy cognitive model, as well as the design and implementation of the user interface.

Ключевые слова: когнитивное моделирование, когнитивная карта, облачный сервис, архитектура сервиса, модель данных.

Keywords: cognitive modeling, cognitive map, cloud service, service architecture, data model.

Актуальность разработки сервиса

В настоящее время наблюдается интерес к программной поддержке когнитивного моделирования слабоструктурированных систем. Существует ряд программных систем когнитивного моделирования, обзор которых представлен в работе [1].

Одной из таких систем является разрабатываемая при участии авторов система поддержки принятия решений «ИГЛА» (Интеллектуальный Генератор Лучших Альтернатив), позволяющая осуществлять генерацию и отбор сценариев управления слабоструктурированными системами на основе нечетких когнитивных карт Силова [2].

Демо-версия системы «ИГЛА» доступна по адресу <http://iipo.tu-bryansk.ru/quill>.

Система «ИГЛА» является однопользовательской, то есть работа над когнитивной моделью осуществляется лишь в рамках одного запущенного экземпляра приложения. В то же время, для процесса построения и анализа когнитивной модели сложной системы характерен ряд особенностей [3].

Во-первых, сложный и комплексный характер данного процесса требует привлечения к участию в нем нескольких заинтересованных сторон, а также распределения ролей среди участников.

Во-вторых, моделируемые системы могут иметь междисциплинарный характер, и в таких случаях привлечение к построению когнитивной модели нескольких экспертов в разных предметных областях становится неизбежным.

В-третьих, участники когнитивного моделирования могут быть территориально оторваны друг от друга, а также иметь возможность работать с когнитивной моделью в разные промежутки времени.

Перечисленные особенности существенно снижают эффективность когнитивного моделирования в условиях применения однопользовательских систем его поддержки.

При этом на российском рынке в настоящее время отсутствуют сетевые многопользовательские сервисы поддержки когнитивного моделирования, позволяющие проводить построение и анализ моделей группой пользователей в распределенном режиме.

Таким образом, разработка подобного сервиса является актуальной задачей.

Требования к сервису

Кратко рассмотрим требования к сервису, связанные с поддержкой многопользовательского функционала [3].

Во-первых, для обеспечения эффективного и надежного распределенного построения и анализа когнитивных моделей, хранение данных должно осуществляться в облачном хранилище. При этом сервис когнитивного моделирования должен быть доступен для пользователей в любое удобное для них время и независимо от их местонахождения. Кроме того, необходимо обеспечить достаточную степень масштабируемости сервиса в связи с вероятным значительным увеличением его рабочей нагрузки по мере его развития и роста его популярности. Отметим, что представленным требованиям можно удовлетворить путем реализации сервиса на основе современных платформ облачных вычислений. В качестве конкретной платформы для реализации была выбрана Microsoft Azure.

Во-вторых, сервис должен поддерживать ряд возможностей по формированию и управлению группой пользователей, имеющей доступ к работе с когнитивной моделью. Среди таких возможностей выделим назначение пользователей на определенные роли (руководитель проекта, эксперт, аналитик), а также назначение пользователям определенных прав (например, на просмотр и редактирование когнитивной карты и отдельных ее элементов, на проведение структурно-целевого и сценарного анализа).

В-третьих, для повышения уровня удобства и скорости работы пользователей, следует обеспечить синхронизацию совершаемых изменений: изменения, вносимые в когнитивную модель одним пользователем, должны отображаться в режиме реального времени у остальных пользователей, работающих с данной когнитивной моделью в этот же момент времени. При этом порядок обработки вносимых в модель изменений должен соотноситься с ролями и правами пользователей. Так, полезной представляется возможность контроля совершаемых изменений со стороны пользователей, обладающих более широким списком прав.

Архитектура сервиса

Сервис поддержки когнитивного моделирования является облачным приложением. Он состоит из трех основных частей:

1. Web application (клиентская часть, которая предоставляет пользователям, в зависимости от их прав в системе и используемого устройства, разные интерфейсы для работы).
2. Web API (серверная часть, на которой совершается вся обработка и хранение данных).
3. База данных (используется для хранения всей обрабатываемой сервисом информации).

Архитектура системы представлена на рисунке 1. Так как доступ к сервису будет совершаться через веб-приложение, единственным требованием для начала работы с сервисом является наличие браузера на платформе пользователя.

Основной функцией подсистемы визуализации является визуальное отображение когнитивных карт и предоставление удобного интерфейса для их построения и редактирования.

Другой важной функцией данной подсистемы является отображение результатов моделирования в удобном для восприятия виде.

Web API будет состоять из нескольких подсистем.

Подсистема идентификации будет отвечать за корректное выполнение этапов построения когнитивной модели, а также – в случае группового построения модели – за проверку согласованности данных, вносимых экспертами и другими пользователями,

обладающими правами на редактирование. Кроме того, в возможности данной подсистемы может входить верификация когнитивной модели и, в случае необходимости, выдача рекомендаций по ее корректировке.

Второй подсистемой является подсистема структурно-целевого анализа, в которой будет совершаться вычисление системных показателей когнитивной модели.

Подсистема сценарного анализа будет отвечать за генерацию и моделирование сценариев, а также выбор из них оптимальных.

Основными задачами подсистемы работы с базой данных являются сохранение необходимых данных в базу и предоставление данных из базы при соответствующих запросах.

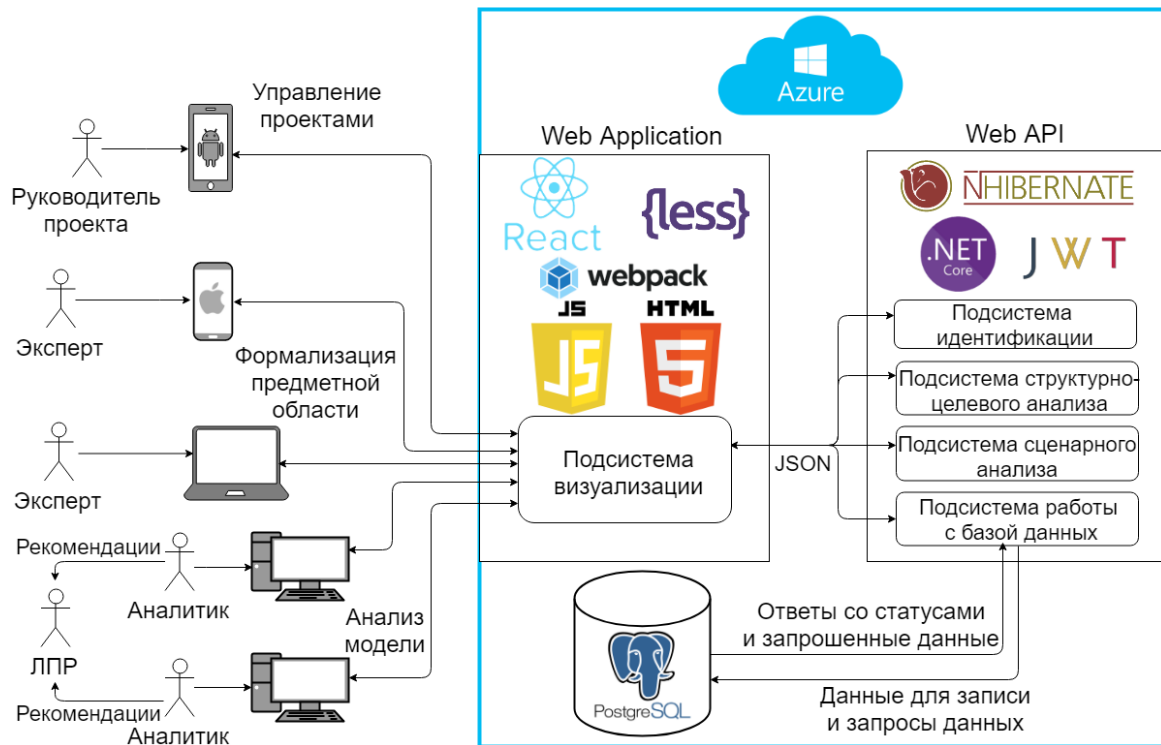


Рисунок 1. Архитектура сервиса

Роли пользователей

Для обеспечения безопасности системы была разработана политика прав, основанная на предоставлении каждому пользователю роли в конкретном проекте и списка прав в рамках этого проекта.

При этом каждая роль представляет собой шаблон, определяющий список прав, заданных по умолчанию.

Такой подход, с одной стороны, обеспечивает возможность быстрого присвоения пользователю необходимых прав (путем его назначения на определенную роль), а с другой стороны, повышает гибкость правовой политики, так как список прав может быть настроен для конкретного пользователя.

На первых этапах разработки было принято решение реализовать 3 основных роли – руководитель проекта, эксперт и аналитик.

В таблице 1 представлено распределение прав по данным ролям пользователей.

Таблица 1 – Распределение прав по ролям.

	Просмотр	Редактирование связей	Редактирование концептов	Удаление	Анализ	Редактирование связей с подтверждением	Редактирование концептов с подтверждением	Поделиться картой	Подтверждение изменений
Руководитель проекта	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Эксперт	+	+	+	-	-	+	+	-	+
Аналитик	+	-	-	-	+	+	+	-	-

Для более подробного раскрытия полномочий пользователей была построена диаграмма вариантов использования, представленная на рисунке 2.

Основными вариантами использования, представленными на диаграмме, являются работа с проектом, работа с нечеткой когнитивной картой и ее анализ.

Остальные варианты использования либо включаются в основные, либо расширяют их.

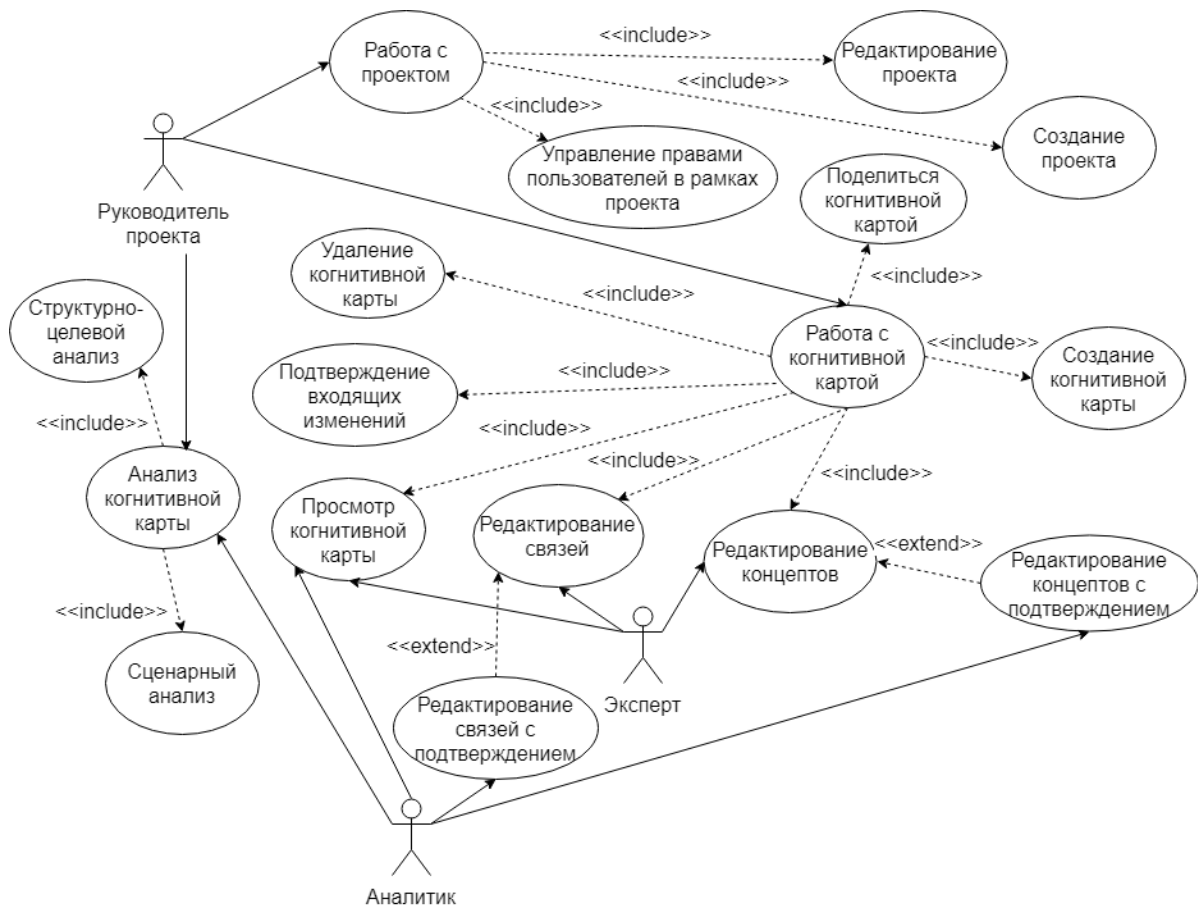


Рисунок 2. Диаграмма вариантов использования.

Модель данных

В ходе проектирования сервиса была разработана модель данных (рисунок 3), которая обеспечивает удобное и надежное хранение основной информации.

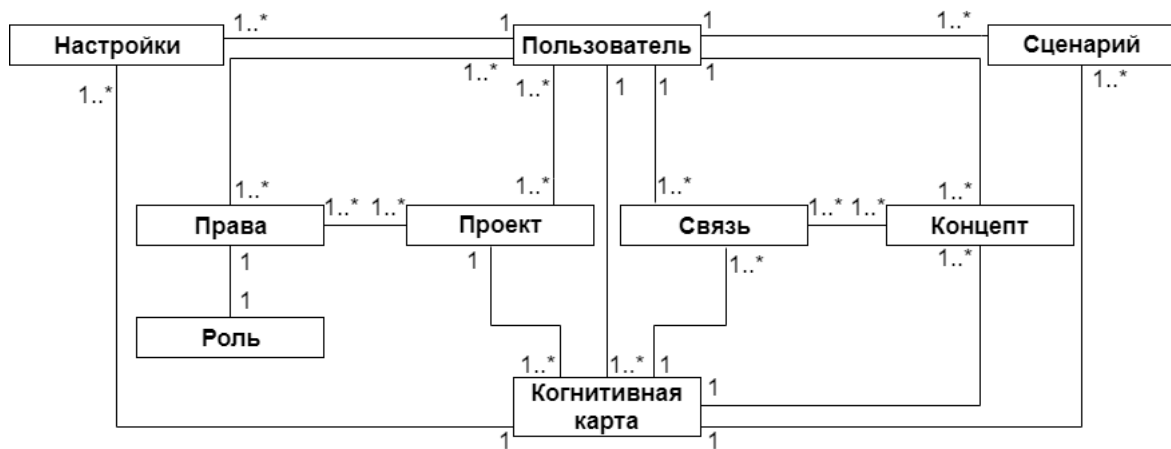


Рисунок 3. Концептуальная модель данных проектируемого сервиса.

Основными сущностями модели являются «Концепт» и «Связь» (между концептами), а также «Когнитивная карта», к которой относятся концепты и связи.

Кроме того, имеется сущность «Проект», которая находится в отношении «один ко многим» с сущностью «Когнитивная карта».

Для хранения результатов сценарного анализа когнитивной карты и его настроек спроектированы две сущности – «Сценарий» и «Настройки». Каждая из этих сущностей связана с сущностью «Когнитивная карта» в отношении «один ко многим», так как для одной когнитивной карты сценарный анализ может проводиться многократно с разными настройками.

Важными сущностями, связанными с обеспечением безопасности системы, являются «Роль» и «Права». Права связаны с сущностями «Пользователь» и «Проект» таким образом, что каждому пользователю в конкретном проекте выданы определенные права.

Роли находятся с правами в отношении «один к одному», то есть каждой роли соответствуют определенные права, и каждый набор прав может иметь только пользователь с конкретной ролью.

Выводы

В работе приведены результаты основных этапов проектирования облачного сервиса поддержки когнитивного моделирования.

Предложена архитектура сервиса, включающая в себя ряд подсистем и определяющая характер взаимодействия с сервисом для разных ролей пользователей.

Описана правовая политика, позволяющая сочетать простоту и гибкость определения прав пользователей сервиса на основе предоставления им ролей в проектах.

Разработана модель данных, существенно учитывающая многопользовательское предназначение сервиса и его правовую политику.

Полученные результаты являются основой для дальнейшей работы над сервисом, ключевыми направлениями которой являются:

- детальное проектирование и программная реализация подсистем сервиса;

- реализация в рамках соответствующих подсистем методов и алгоритмов идентификации, анализа и визуализации нечеткой когнитивной модели;
- проектирование и реализация пользовательского интерфейса сервиса с учетом предложенных ролей пользователей.

Литература

1. Кулинич, А.А. Компьютерные системы моделирования когнитивных карт: подходы и методы // Control sciences. – 2010. – №3. – С. 2-16.
2. Коростелев, Д.А. Система поддержки принятия решений на основе нечетких когнитивных моделей «ИГЛА» / Д.А. Коростелев, Д.Г. Лагереv, А.Г. Подвесовский // Одиннадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2008: Труды конференции. – В 3-х т. – Т. 3. – М.: ЛЕНАНД, 2008. – С. 329-336.
3. Исаев Р.А., Лупачев Е.А. Разработка и анализ требований к облачному сервису поддержки когнитивного моделирования // Молодежь и современные информационные технологии: сб. тр. XVI Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Томск: ТПУ, 2019. – С. 68-69.

УДК 004:66.011

КРИТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЙРОСЕТЕВОГО ПОДХОДА В ЗАДАЧАХ МОДЕЛИРОВАНИЯ

CRITICAL ANALYSIS OF THE USE OF THE NEURAL NETWORK APPROACH IN THE PROBLEMS OF MODELING

¹Иванов А.Н., ²Мустафина С.А., ¹Морозкин Н.Д.,

¹ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»,
г. Уфа, Российская Федерация

²Стерлитамакский филиал ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»,
г. Стерлитамак, Российская Федерация

A.N. Ivanov¹, S.A. Mustafina², N.D. Morozkin¹,

¹FSBEI HPE “Bashkir State University”, Ufa, Russian Federation

²Sterlitamak Branch of FSBEI HPE “Bashkir State University”,
Sterlitamak, Russian Federation

e-mail: sanekclubstr@mail.ru

Аннотация. На сегодняшний день наблюдается тенденция ко всё большему внедрению искусственных нейронных сетей во все сферы деятельности человека. Достаточно перспективным направлением для практического применения нейросетей является математическое моделирование различных процессов: начиная с экономических систем и заканчивая имитацией технологических и физико-химических процессов. Однако, попытки использовать искусственные нейронные сети для решения всех без исключения задач нередко оканчиваются неудачей или же неудовлетворительными результатами по сравнению с уже известными и давно

применяющимися методами. В статье проведён критический анализ применения искусственных нейронных сетей с точки зрения их использования в рамках математического моделирования. Выделены задачи, которые наиболее эффективно решать при помощи нейросетевого подхода. Выявлены основные преимущества нейросетевого моделирования, такие как высокое быстродействие, способность дообучаться и т.д. Также приведены и недостатки нейронных сетей для математического моделирования. Например, невозможность извлечения аналитических зависимостей между входными и выходными параметрами из полученной модели. Авторами составлены рекомендации по рациональному использованию искусственных нейронных сетей. Также приведено краткое описание математического аппарата искусственных нейронов.

Abstract. To date, there is a tendency to the increasing introduction of artificial neural networks in all spheres of human activity. A rather promising direction for the practical application of neural networks is the mathematical modeling of various processes: starting with economic systems and ending with the imitation of technological and physicochemical processes. However, attempts to use artificial neural networks to solve all tasks without exception often end in failure or unsatisfactory results in comparison with methods already known and used for a long time. The article provides a critical analysis of the use of artificial neural networks in terms of their use in the framework of mathematical modeling. The tasks that are most effectively solved using the neural network approach are highlighted. The main advantages of neural network modeling, such as high speed, the ability to learn, etc. The disadvantages of neural networks for mathematical modeling are also given. For example, the impossibility of extracting analytical dependencies between input and output parameters from the resulting model. The authors have drawn up recommendations for the rational use of artificial neural networks. A brief description of the mathematical apparatus of artificial neurons is also given.

Ключевые слова: нейронные сети, искусственный нейрон, моделирование, математические модели, машинное обучение.

Keywords: neural networks, artificial neuron, modeling, mathematical models, machine learning.

Для дальнейшего развития науки и техники в современном мире возникает необходимость создания и дальнейшего применения наукоемких технологий. К ним можно отнести междисциплинарные исследования свойств материалов, объектов живой и неживой природы, а также биологических, социальных, экономических, физико-химических систем [1-4] и пр. Тщательное изучение объектов данных систем и протекающих в них процессов требует построения сложных высокодетализированных моделей. Одним из наиболее эффективных методов реализации подобных моделей являются нейронные сети.

Математически искусственный нейрон (однослойный перцептрон) является аналогом линейного аппроксиматора [5]. На вход перцептрона подается вектор входных активаций x . Для каждого входа ставится в соответствие определённый вес w . Веса можно представить в общем виде как один вектор весов. Тогда активация нейрона возникает, если сумма поэлементных произведений входов на соответствующие веса (скалярное произведение данных векторов) превосходит некоторое пороговое значение T . В этом случае нейрон возвращает значение 1, иначе – 0. Переместив порог T в левую

часть неравенств и обратив его знак, получаем смещение нейрона b . В математическом виде это можно записать следующим образом.

$$y = \begin{cases} 1, & \sum_{i=1}^n x_i \cdot w_i + b > 0, \\ 0, & \sum_{i=1}^n x_i \cdot w_i + b \leq 0. \end{cases}$$

Результат сумматорной функции отправляется в качестве аргумента активационной функции и уже её результат становится выходным значением нейрона. В качестве активационных в нейросетях выступают самые разнообразные функции, а именно:

1. линейная:

$$f(s) = s.$$

2. пороговые:

– модифицированная функция Хэвисайда:

$$f(s) = \begin{cases} 1, & s > 0, \\ 0, & s \leq 0. \end{cases}$$

или

$$f(s) = \begin{cases} 1, & s > 0, \\ -1, & s \leq 0. \end{cases}$$

3. сигмоидальные:

– логистическая функция (функция Ферми):

$$f(s) = \frac{1}{1 + e^{-s}}.$$

– гиперболический тангенс:

$$f(s) = \tanh(s) = \frac{e^s - e^{-s}}{e^s + e^{-s}}.$$

– рациональная:

$$f(s) = \frac{s}{1 + |s|}.$$

4. экспоненциальные:

– классическая:

$$f(s) = e^{-s}.$$

– радиальная:

$$f(s) = e^{-s^2}.$$

5. полулинейные:

– ReLU (rectified linear unit):

$$f(s) = \begin{cases} s, & s > 0, \\ 0, & s \leq 0. \end{cases}$$

– с насыщением:

$$f(s) = \begin{cases} 1, & s \geq 1, \\ s, & 0 < s < 1, \\ 0, & s \leq 0. \end{cases}$$

6. треугольная, модульная, квадратичная, синусоида и т.д.

Несмотря на кажущуюся простоту функционирования единичных искусственных нейронов, сети на их основе позволяют решать широкий спектр задач математического моделирования, а именно:

- аппроксимацию;
- классификацию;
- кластеризацию;
- распознавание;
- прогнозирование и пр.

Нейросетевые подходы демонстрируют наилучший результат в таких областях, как распознавание рукописного и отсканированного текста, распознавание лиц, перевод текстов, анализ поисковых запросов, прогнозирование динамики экономических показателей и др. Это обусловлено следующими преимуществами нейронных сетей [6, 7]:

1. Способность выявления неизвестных закономерностей выходных данных. Нейронные сети позволяют находить не только линейные зависимости между величинами, но и с высокой точностью описывать нелинейные зависимости.

2. Обработка зашумлённых данных. Правильно сконфигурированные нейросети способны обучаться на выборках, имеющих значительные искажения и шум.

3. Поиск решения для многокритериальных задач. В этом случае количество входных параметров может составлять сотни и даже тысячи. Неинформативные данные, не оказывающие влияние на конечный результат, в ходе обучения автоматически исключаются из расчета путём обнуления соответствующих синаптических связей.

4. Возможность наличия нескольких выходных нейронов позволяет обучать нейронную сеть решать одновременно несколько задач на одном наборе входных данных.

5. Адаптивность нейронных сетей обусловлена отсутствием в методах функционирования искусственных нейронов каких-либо специфичных качеств, направленных на моделирование определенных процессов. За счёт относительной простоты и универсальности работы нейронных сетей они способны моделировать разнообразные, не связанные друг с другом процессы.

6. Способности нейросетей к дообучению и переобучению позволяют использовать нейронные сети в аналитических системах реального времени [8].

7. Относительная легкость программной реализации позволяет создавать собственные нейронные сети на различных языках программирования или же использовать многочисленные уже готовые программные средства. Учитывая разнообразие подходов к созданию архитектуры и разработке методов обучения сетей, данные программные реализации постоянно усложняются, совершенствуются и оптимизируются.

8. Имеется возможность аппаратной реализации нейронных сетей с помощью специализированных микросхем [9].

9. Высокая скорость формирования результата. Так, несмотря на длительность этапа обучения, нейронные сети (особенно сети на основе прямого распространения активаций) позволяют получить выходные данные за малое число математических операций. Учитывая программную или аппаратную реализацию нейронных сетей, скорость обработки может превышать миллион наборов в секунду.

10. Нейронные сети обладают отказоустойчивостью, которая проявляется в незначительном искажении результата при потере некоторого количества нейронов или синаптических связей. Данное качество используется для оптимизации структуры нейронных сетей и повышения их производительности.

11. Правильно подобранная искусственная нейронная сеть способна обучиться гарантированно точно решать примеры из тестовой выборки без переобучения, а значит достаточно точно обрабатывать и новые исходные данные. Данный факт был неоднократно математически доказан в многочисленных публикациях.

12. Возможность обработки как непрерывных, так и дискретных входных данных.

Несмотря на все вышеперечисленные достоинства, искусственные нейронные сети не лишены и недостатков. К ним относятся:

1. Длительность процесса обучения. Несмотря на то, что существуют алгоритмы быстрого обучения нейронных сетей, данный процесс всё равно занимает достаточно длительное время и сопровождается значительными вычислительными затратами. Длительность обучения не позволяет нейросетям обучаться в режиме реального времени в случае большого потока входных данных.

2. Необходимость подбора структуры нейронной сети, её гиперпараметров. Чаще всего архитектура подбирается эмпирическим путём, что увеличивает временные затраты на разработку сетей.

3. Неоптимальная конфигурация сети может привести к её «параличу», в ходе которого процесс обучения перестает приносить результаты.

4. Нейронные сети в большинстве случаев неспособны выдавать результат с абсолютной точностью. Применение конечного набора активационных функций для описания закономерностей неизвестного вида приводит к появлению погрешности, уменьшение которой является задачей обучения. Данный факт ограничивает применение искусственных нейронных сетей в задачах, требующих высокой точности.

5. Необходимость наличия достаточного количества примеров в обучающей выборке, правильного разбиения множества примеров на обучающую, тестовую и контрольную выборки.

6. Сложность предсказания работы нейронной сети в области, выходящей за рамки множества обучающих примеров. В связи с этим, нейронные сети ограничены в применении для решения задач, связанных с повышенной ответственностью (системы автопилота, поддержания жизнеобеспечения, управление чрезвычайно опасными технологическими процессами и т.д.).

7. Высокая стоимость и малый объём производства аппаратных реализаций нейронных сетей.

8. Искусственные сети работают по принципу «чёрного ящика». Несмотря на верный результат, исходя из полученной нейронной сети нельзя сформировать представление о характере зависимостей, которые она описывает.

Учитывая указанные достоинства и недостатки, нейронные сети не являются абсолютным решением для математического моделирования всех возможных процессов. Как и любой другой метод, искусственные нейронные сети имеют свою нишу в предметной области, которая заключается в моделировании многокритериальных сложных систем и обработке большого массива исходных данных.

Выводы

Учитывая указанные достоинства и недостатки, нейронные сети не являются абсолютным решением для математического моделирования всех возможных процессов. Как и любой другой метод, искусственные нейронные сети имеют свою нишу в предметной области, которая заключается в моделировании многокритериальных сложных систем и обработке большого массива исходных данных.

Литература

1. Иванов А.Н., Морозкин Н.Д. Применение нейросетей с псевдослучайным распределением связей на примере режима работы ртутного электролизера // В книге: Математическое моделирование процессов и систем. По материалам пленарных докладов VIII Международной молодежной научно-практической конференции. Башкирский государственный университет; Ответственный редактор – С.А. Мустафина. Стерлитамак. 2018. С. 182-201.
2. Иванов А.Н., Мустафина С.А., Шулаева Е.А., Шулаев Н.С. Объектно-ориентированное моделирование химико-технологических систем с целью повышения безопасности производства // В сборнике: Математическое моделирование процессов и систем. Материалы V Всероссийской научно-практической конференции, приуроченной к 110-летию со дня рождения академика А.Н. Тихонова. 2016. С. 137-142.
3. Николаева И.В. Применение искусственных нейронных сетей для прогнозирования динамики экономических показателей // Сфера услуг: инновации и качество. 2012. №. 8. С. 22-22.
4. Потылицына Е.Н., Липинский Л.В., Сугак Е.В. Использование искусственных нейронных сетей для решения прикладных экологических задач // Современные проблемы науки и образования. 2013. №4. С. 51-51.
5. Горбачевская Е.Н. Классификация нейронных сетей // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. 2012. №2 (19). С. 128-134.
6. Гладышев А.И., Жуков А.О. Достоинства и недостатки имитационного моделирования с использованием нейронных сетей // Вестник Российского нового университета. 2013. №4. С. 53-55.
7. Постарнак Д.В. Критический анализ моделей нейронных сетей // Вестник Тюменского государственного университета. Социально-экономические и правовые исследования. 2012. №. 4. С. 162-167.
8. Арзамасцев А.А., Рыков В.П. Модель искусственной нейронной сети (ИНС) с реализацией модульного принципа обучения // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2012. Т. 17. №4.

9. Кабак И.С. Создание больших аппаратно-программных нейронных сетей для систем управления // Авиационная промышленность. 2012. №4. С. 57-61.

УДК 004:519.8

**РАЗРАБОТКА MVC ПАТТЕРНА
ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТКИ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ
DEVELOPMENT MVC PATTERN
TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF DEVELOPMENT OF WEB APPLICATIONS**

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

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

e-mail: mostfabulousemailaddress@gmail.com

Аннотация. Model-View-Controller – далее MVC, это модель для быстрой разработки веб-приложений. MVC также имеет несколько других полезных компонентов, таких как security (безопасность), formgeneration (генерация и проверка форм), databaseaccess (доступ к базе данных). Данная модель может быть реализована на множестве языков программирования, например: PHP, perl, java, python, C++. В случае с рассматриваемой в данной статье системой, для серверной стороны системы применяются язык веб-программирования PHP 7.2 и СУБД MySQL. Для клиентской стороны используется язык программирования JavaScript. Интерфейсы реализуются на HTML и SCC [3]. В данной работе рассмотрен паттерн MVC, способы взаимодействия и роли каждого компонента архитектурных каркасов, возможности применения сервисов при разработке приложения. Приведены диаграммы пары http-запрос-ответ при использовании сервисов и без них. Показана структура взаимодействия компонентов веб-приложения при использовании фреймворка. Целью данной работы является ускорение разработки и обслуживания веб-приложений используя правильно поддерживаемый код, основанный на паттерне MVC с использованием сервисов. Развитие подхода к реализации программного паттерна проектирования MVC относительно веб-приложений. Провести анализа, сделать выводы о целесообразности применения паттерна MVC при разработке систем мониторинга демографических показателей.

Abstract. Model-View-Controller further MVC is a model for rapid development of web applications. MVC also has several other useful components, such as security (security), form generation (generation and verification of forms), database access (database access). This model can be implemented in a variety of programming languages, for example: PHP, perl, java, python, C++. In the case of the system considered in this article, the PHP 7.2 web-programming language and MySQL DBMS are used for the server side of the system. For the client side, the JavaScript programming language is used. Interfaces are implemented in HTML and SCC [3]. This work describes the MVC pattern, the possibility of using services

in application development. The diagrams of the http-request-response pairs with and without using the services are shown. The structure of interaction of web application components when using the framework is shown. This program is an accelerated development and maintenance of web applications using properly supported code based on the MVC pattern using services. Developing an approach to developing software for the MVC pattern for web applications. To analyze, draw conclusions about the feasibility of applying the MVC pattern in the development of systems for monitoring demographic indicators.

Ключевые слова: веб-разработка, веб-приложение, здравоохранение, демография, PHP, MVC.

Keywords: web development, web application, healthcare, demography, PHP, MVC.

Разработка веб-приложений прошла долгий путь с самого начала появления всемирной паутины. Было использовано множество технологий и языков программирования для создания веб-приложений, но из-за того, как быстро развивалась всемирная паутина у множества этих технологий и языков просто не хватило времени на развитие, и они не справились с темпом изменений.

Многие пытались придумать разные «экзотические» технологии для улучшения пользовательского опыта и увеличения скорости работы веб-приложений.

Многие технологии сыграли в этом важную роль, но за последние годы их использование значительно сократилось, например java Applets и Microsoft Silverlight. С другой стороны, множество технологий превратилось из забавы в важнейшие части современной экосистемы веб-разработки, такие как Java Script, Flash и XML.

Сегодня среда веб-разработки использует HTML и CSS для представления данных пользователям, а взаимодействие осуществляется через Java Script. Эти технологии называют «front-end» или «клиентскими». С другой стороны, «back-end» или «серверные» технологии, они относятся к технологиям хранения и обработки данных.

Стремительный рост сети Интернет – это, по меньшей мере, частичная заслуга ее использования в качестве инструмента личной публикации. Изначально данные, которыми люди обменивались по сети, состояли в основном из статической информации, хранящейся в файлах. Файлы можно было редактировать, но действительно динамических информационных служб было мало.

Ситуация качественно изменилась с появлением динамической сети, являющейся результатом развития динамических служб.

Появились новые сервисы – от CGI скриптов для поисковых машин до пакетов программ, соединявших веб-приложения с реляционными базами данных. Стало недостаточным создание веб-сайта – возникла необходимость проектировать веб-приложение.

Веб-приложение – особый вид программного продукта, который доступен пользователям по сети, использует браузер в качестве клиента и состоит из набора клиент-серверных сценариев, HTML-страниц и других ресурсов, которые могут быть распределены между несколькими серверами. Само приложение доступно пользователям по определенному пути внутри веб-сервера.

К основным преимуществам веб-приложений можно отнести кроссплатформенную совместимость и возможность обновлять и поддерживать приложение без установки программного обеспечения на клиентские устройства.

Объединяя front-end и back-end, разработчики создают веб-приложения, но из-за быстрого темпа развития всемирной паутины им приходится использовать огромное

множество технологий для написания всего лишь одного приложения, в результате их бывает трудно поддерживать и исправлять.

Разработчикам приходится комбинировать HTML код с языками программирования серверной стороны, что приводит к сильно запутанному и неподдерживаемому коду.

Другая проблема возникла из-за того, что веб-технологии все чаще используют для написания сложных приложений.

Например, Microsoft при помощи веб-технологий побуждает разработчиков создавать приложения совместимые с их последней операционной системой Windows 10 (Visual Studio Code, electron).

Кроме того, существует множество платформ, которые помогают веб-разработчикам писать приложения для мобильных устройств, такие как Phone Gap.

По этим причинам веб-приложения обычно создаются командой специализированных разработчиков, каждый из которых работает с их любимыми технологиями, HTML и CSS на уровне представления, Java Script для взаимодействия на стороне клиента, back-end (PHP, Java, ASP, Pearl, Python, Ruby) для серверной логики, хранение и управление данными (MySQL, Oracle Database, Microsoft SQL server и другие).

Каждый из этих специалистов должен работать со своими коллегами таким образом, чтобы части кода вписывались в общую концепцию приложения.

Например, front-end разработчик должен изменить HTML код и стиль таким образом, чтобы не нарушить код back-end разработчика находящийся в том же файле.

Также, если разработчик баз данных изменит схему данных, то разработчику серверной стороны придется сделать много работы над кодом что бы приложение вновь заработало.

Здесь важно отметить, что в приложении необходимо отделить представление от логики и хранилища данных.

Разрабатываемая в УГНТУ система мониторинга демографических показателей – это динамическое приложение, которое использует JavaScript и AJAX для организации HTTP запросов к веб-серверу.

Веб-приложение, в отличие от статических HTML страниц, может динамически представлять контент с учетом параметров запроса, действия пользователя и настроек безопасности.

Как правило, веб-приложение состоит из нескольких модулей. Та часть приложения системы, которую видят обычные пользователи, обладает достаточно нагруженным интерфейсом, состоящим из различных модулей.

Среди основных можно отметить модуль для отображения регионов или городов на цифровой карте, модуль отображения рассчитанных демографических данных, модуль отображения анализа общей информации по регионам.

Все эти модули обладают собственными данными и управляющей логикой.

При проектировании подобных приложений необходимо подобрать подходящие объекты, отнести их к различным классам, соблюдая разумную степень детализации, определить интерфейсы классов и установить существенные отношения между классами.

Паттерны или шаблоны проектирования дают возможность повторно использовать те решения, которые оказались удачными в прошлом и упрощают повторное использование удачных проектных и архитектурных решений.

Представление прошедших проверку временем методик в виде паттернов проектирования облегчает доступ к ним со стороны разработчиков новых систем.

Паттерны дают разработчику возможность быстрее найти «правильный путь».

Здесь под паттернами проектирования понимается описание взаимодействия объектов и классов, адаптированных для решения общей задачи проектирования в конкретном контексте.

Архитектурный паттерн Model-view-controller (далее MVC) предполагает разделение данных приложения, пользовательского интерфейса и управляющей логики на три отдельных компонента: Модель, Представление и Контроллер – так, что модификация каждого компонента может осуществляться независимо.

Первые идеи о *separate projects* были представлены на конференции ICCAS в Токио, а сам паттерн MVC впервые был представлен Тригве Реенскаугом в 1978 году, цель данной модели он описывал таким образом «преодоление разрыва между ментальной моделью пользователя и цифровой моделью, которая существует в компьютере» [1].

В 1988 году Глен Краснер и Стефан Пап опубликовали статью «A cookbook for using the model-view controller user interface paradigm in Smalltalk-80» в *Journal of Object-Oriented Programming*.

Они подчеркивают, что если создавать приложения с учетом модульности, то можно получить значительное преимущество. «Изолирование функциональных блоков друг от друга настолько, насколько это возможно, облегчает для разработчика понимание и модифицирование конкретных блоков без необходимости быть знакомым с другими отдельными блоками» [2].

Первый рабочий черновой вариант MVC паттерна был представлен на конференции *javaZONE* в августе 2003 года в Осло.

В настоящее время паттерн MVC доступен для многих языков программирования и хорошо проявил себя в таких фреймворках, как *Apache Struts* для *Java*, *Maurole* для *Perl* и *Rails* для *Ruby*.

Хотя большинство современных фреймворков пытаются развивать парадигмы MVC, для лучшего соответствия потребностям развития веб-приложений, остается один фреймворк, который придерживается классического паттерна, описанного в *Smalltalk-80 – Maria.js* Питера Мишо.

Концепция MVC разделяет данные, представление и обработку действий пользователя на компоненты модель, представление и контроллер (рисунок 1) одностраничных приложений [5].

С помощью Контроллера можно обрабатывать, например, такие действия, как аутентификации и управления сессиями [4].

Model – обрабатывает состояние приложения и может содержать в себе любые данные, например, массив координат.

Данный компонент не имеет информации о состоянии HTML- или веб-серверов, его задача – обеспечить возможность запроса состояния объекта и определить пути его изменения.

View – Представление, которое отображает пользовательский интерфейс. В приложении, как правило, используется несколько Представлений.

Основная функция Представления – запрос данных из Модели, без возможности изменения её состояния.

В веб-приложениях на базе MVC Представление создается с использованием HTML, которое в конечном итоге либо отображается как полноценная страница, либо подставляется в требуемое место на странице.

Все действия пользователя, которые он производит в Представлении обрабатываются третьим компонентом MVC - Контроллером. Он получает запрос пользователя (HTTP-запрос), обрабатывает его и переводит в последовательность действий, которые должна исполнить Модель.

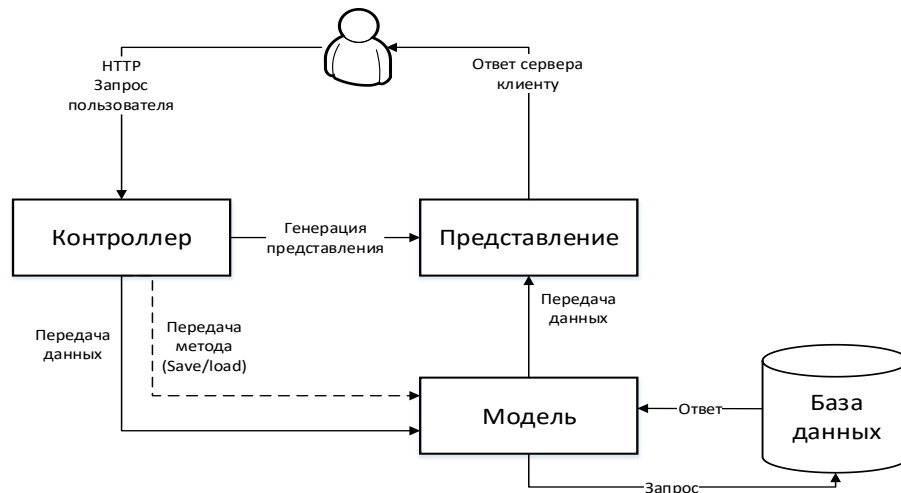


Рисунок 1. Визуальное представление MVC.

Кроме того, контроллер выбирает подходящий режим для обработки ответа Модели.

Controller – выбор соответствующей страницы (Представления), в зависимости от статуса, который возвращает Модель. Ведь в зависимости от того, имеет ли Модель запрашиваемые данные или нет, пользователю необходимо либо отобразить их, либо уведомить об ошибке. Эта функция полезна не только при разработке сложных приложений с большим количеством страниц, но и для простых. Чтобы применить MVC для веб-приложений, авторы использовали комбинацию скриптов, серверных компонентов и обычных объектов для реализации различных компонентов в рамках приложения.

Временная диаграмма пары запрос-ответ на примере запроса демографических данных по региону [6] (рисунок 2).

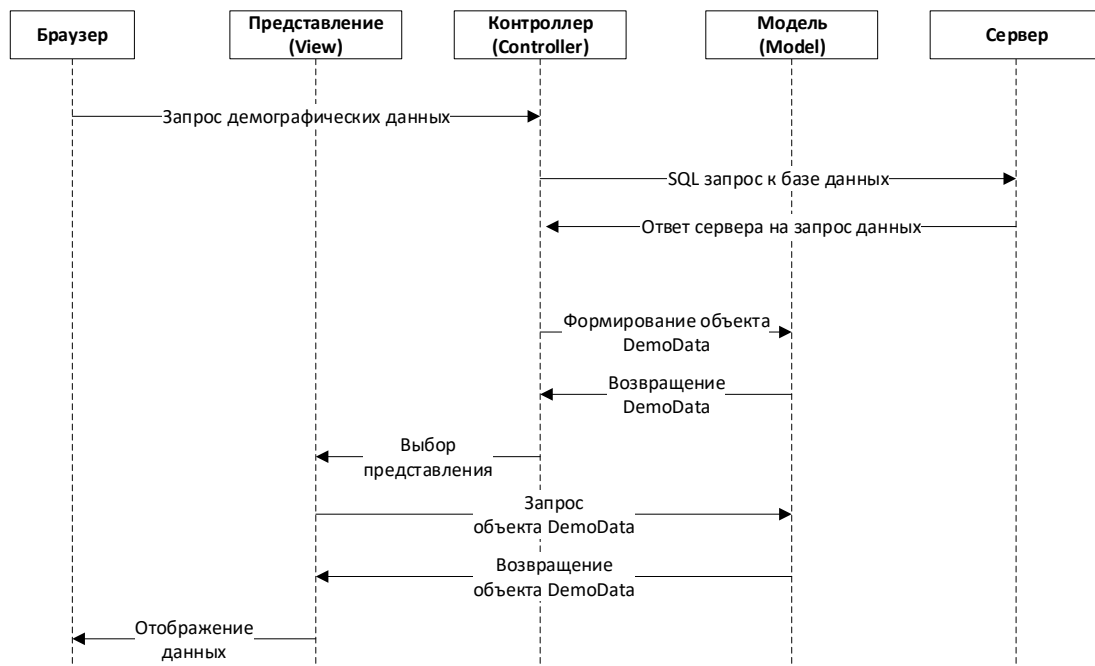


Рисунок 2. Временная диаграмма пары запрос-ответ.

При разработке веб-приложения возникают ситуации, когда Модель и Контроллер взаимодействуют достаточно тесно и практически невозможно разделить код на два компонента.

Для исключения этого эффекта используют схему, при которой Контроллер предоставляет минимальные действия, например, только обработку HTTP-запросов и передачу результата в Модель.

В этом случае Модель может содержать в себе необходимые методы обработки результатов и форматирования выходных данных.

В качестве альтернативы данному решению предполагается отделить от связи Модель – Контроллер, так называемый Сервис.

Сервисы, выступают в роли библиотек многократного использования кода для других компонентов приложения. Они обеспечивают приложение сквозным функционалом, например, логированием, обработкой ошибок, проверкой прав доступа, обменом сообщений и кэшированием.

Сервисы могут содержать код для запроса и хранения данных с внешних серверов. Они также могут включать в себя функциональные возможности для сортировки, фильтрации и преобразования данных в различные форматы по мере необходимости.

Временная диаграмма пары запрос-ответ на примере запроса анализа демографических данных с использованием сервиса для работы с демографическими данными по регионам [7] (рисунок 3).

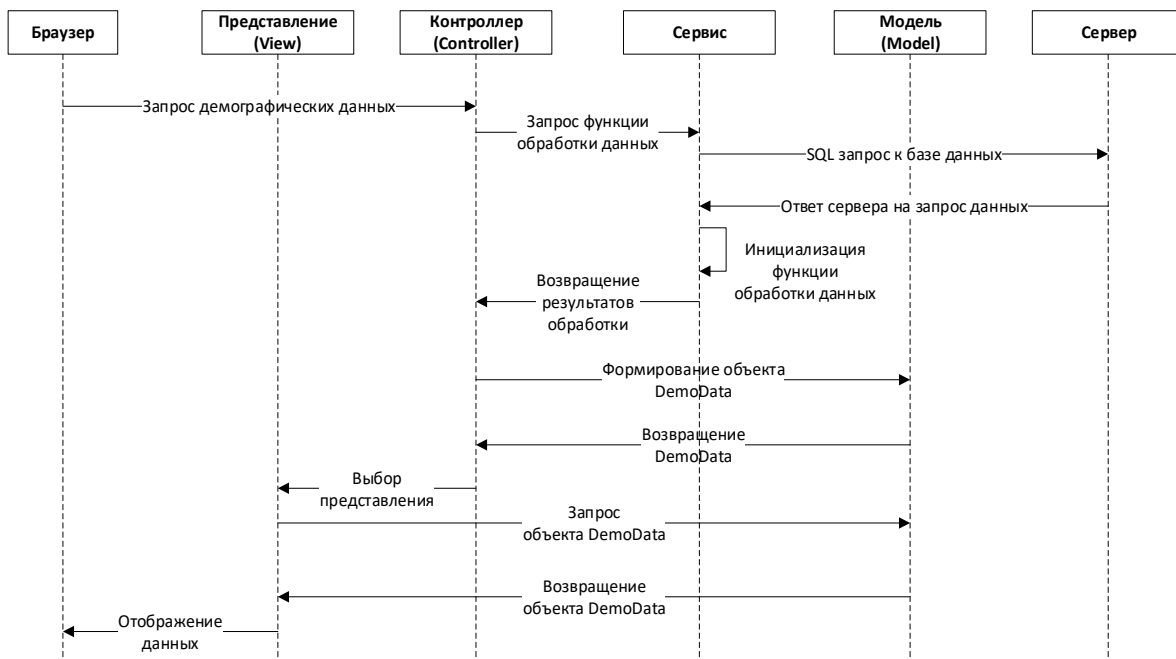


Рисунок 3. Временная диаграмма пары запрос-ответ с сервисом.

Выводы

В работе развивается подход к реализации программного паттерна проектирования MVC относительно веб-приложений. На основе изложенного анализа можно сделать вывод, о целесообразности применения паттерна MVC при разработке систем мониторинга демографических показателей. Данный подход позволит значительно упростить модульную разработку и дальнейшее сопровождение программного продукта.

Литература

1. MVCXEROX PARC 1978-79. URL: <https://clck.ru/G5Yfj> (дата обращения: 05.12.2018).
2. Krasner, G.E. A cookbook for using the model-view controller user interface paradigm in Smalltalk-80. 1988. vol. 1(6), pp. 26-49.
3. W.J. Galloway, Easy PHP Websites, Columbus, Ohio: W.J. Gilmore, LLC, 2009.
4. 4.MVC – модель-представление-контроллер. URL: <https://clck.ru/G5YgA> (дата обращения: 07.12.2018).
5. Википедия – Model-View-Controller. URL: <https://clck.ru/9sif2> (дата обращения: 07.12.2018).
6. Агишев Т.Х. Информационная система по оценке здоровья населения. // Информационные технологии. Проблемы и решения: Материалы Международной научно-практической конференции. Том 2 –Уфа: Изд. «Восточная печать». 2015. – С. 173-177.
7. Агишев Т.Х. Моделирование динамики этноса России // Информационные технологии. Проблемы и решения – 2017. – Уфа: Изд-во УГНТУ. С. 233-237.

УДК 004.9:620.17

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СВЕРХПЛАСТИЧЕСКОЙ ФОРМОВКИ ПОЛУСФЕРЫ ИЗ МАГНИЕВОГО СПЛАВА AZ31

COMPUTER MODELING OF SUPERPLASTIC FORMING MEMBRANE OF MAGNIUM ALLOY AZ31

Олимпиева Н.В., Тулупова О.П., 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, 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 стандартной степенной 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 формовки круглой мембраны из магниевое сплава AZ31 под воздействием давления газа. Методики определения реологических параметров состоит из трех этапов и представляет собой обратный анализ с последовательным уточнением значений реологических параметров входящих в стандартную степенную модель сверхпластичности. 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 стандартную модель сверхпластичности, необходимых для построения компьютерной модели технологического процесса с погрешностью не превышающей 1% по высоте полусферы и толщине в полюсе купола, 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 standard power 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 AZ31 magnesium alloy under the influence of gas pressure. The methodology for determining the rheological parameters consists of three stages and is a reverse analysis with a consistent refinement of the values of the rheological parameters included in the standard power 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 standard model of superplasticity necessary to build a computer model of the technological process with an error not exceeding 1% the height of the hemisphere and the thickness at the pole of the dome, 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, оптимальный закон подачи давления, магниевые сплавы.

Keywords: superplasticity, superplastic forming, circular membrane, modeling, rheological properties, optimal gas pressure law, magnium 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.

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 стандартную степенную модель материала СП:

$$\sigma = K\dot{\xi}^m \quad (1)$$

где σ – напряжение течения,

$\dot{\xi}$ – скорость деформации,

K – константа материала, зависящая от температуры, среднего размера зерен и других структурных параметров.

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 учитывается значение входного радиуса цилиндрической матрицы.

Для расчетов значений параметров m и K используется программный комплекс [2], основанный на методике, предложенной в статье [3].

Данные для вычислительного эксперимента основаны на результатах технологических формовок полусфер статьи [4].

В результате моделирования при значении давления, равном 0,8 МПа и температуре 400°C, и реологических параметрах, определенных при расчетах в программном комплексе, время формовки полусферы составило 839,61 с, высота полусферы – 15 мм, а толщина детали в вершине купола полусферы – 0,18 мм.

Согласно статье [3], в которой приводятся результаты эксперимента технологической формовки полусферы при начальных параметрах давления, равного 0,8 МПа, температуры, равной 673 К и времени, за которое сформировалась полусфера, равного 840 с.

Итог сопоставления результатов, которые были получены в статье, и результатов вычислительного эксперимента с применением последующего компьютерного моделирования в пакете ANSYS представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Сопоставление результатов.

	Время формовки, с	Высота купола полусферы, мм	Толщина купола полусферы в полюсе, мм
Результаты, полученные в процессе тестовых формовок полусфер.	840	14,94	0,2
Результаты, полученные в процессе компьютерного моделирования.	839,61	15	0,18

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.

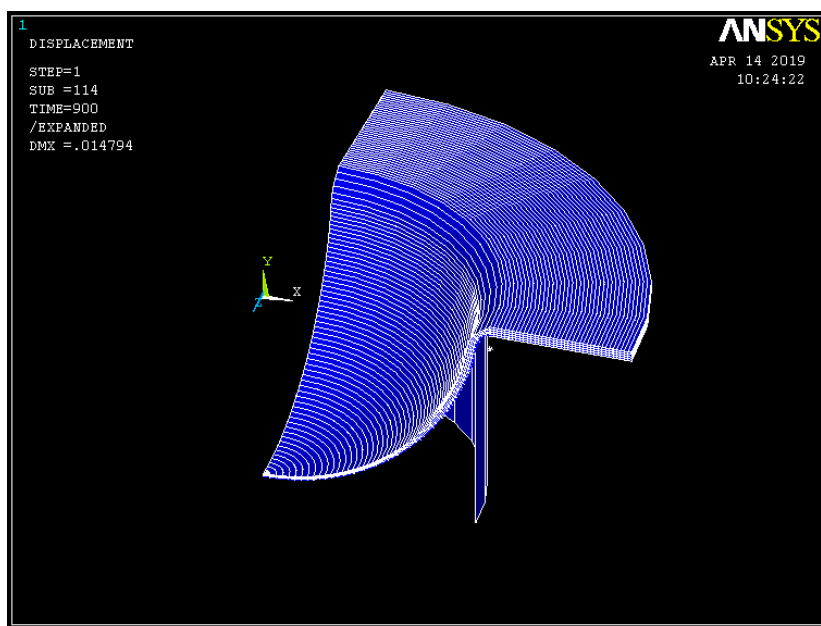


Рисунок 1. Конечно-элементная модель полусферы.

Распределение интенсивности напряжений по Мизесу приведено на рисунке 2.

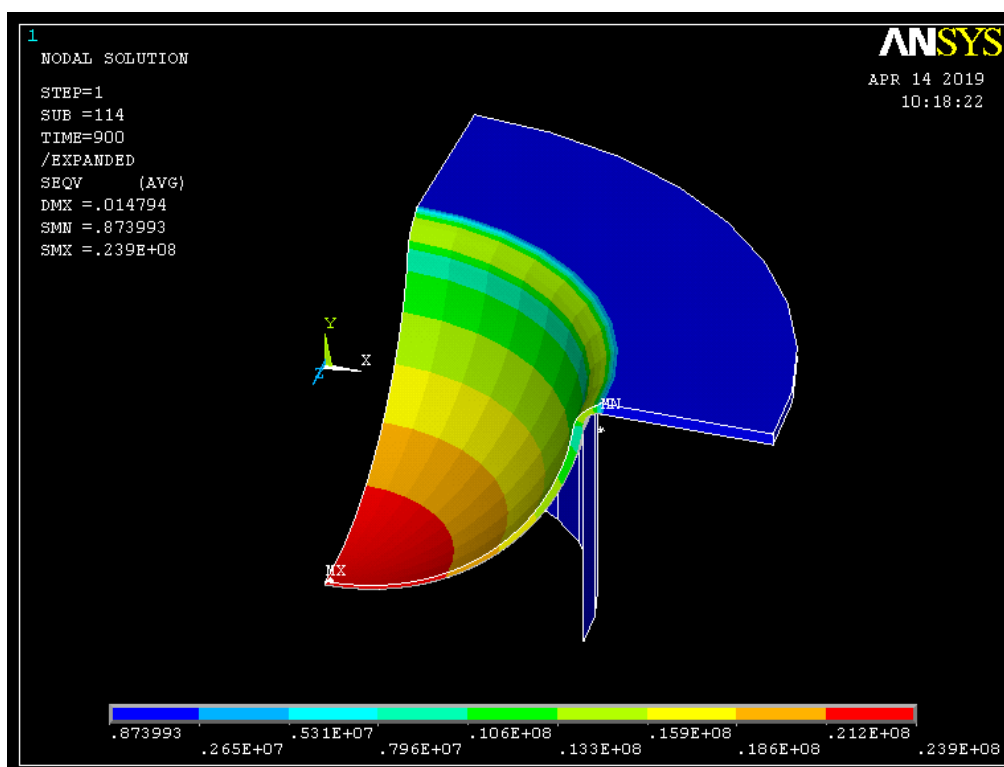


Рисунок 2. Распределение интенсивности напряжений по Мизесу.

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 1%.

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 стандартную модель сверхпластичности, необходимых для построения компьютерной модели технологического процесса с погрешностью, не превышающей 1% по высоте полусферы и толщине в полюсе купола, что позволяет заменить технологические эксперименты на вычислительные и проводить анализ, исследование технологического процесса.

Литература

1. Huang J.C., Chuang T.H. Progress on superplasticity and superplastic forming in Tai-wan during 1987-1997. Review. Materials Chemistry and Physics. – №57. – 1999. – 195-206.
2. Патент РФ № 2018619397. Программный комплекс для расчета реологических параметров материала при сверхпластической формовке полусферы и оптимального закона подачи давления газа // Патент России №2018619397. 2018. / Тулупова О.П., Олимпиева Н.В., Ганиева В.Р., Еникеев Ф.У.

3. Тулупова, О.П. Новая методика идентификации определяющих соотношений по результатам технологических экспериментов / О.П. Тулупова, В.Р. Ганиева, Круглов А.А., Ф.У. Еникеев // Письма о материалах. Т. 7. №1. 2017. С. 68-71.
4. S.W. Chung, K. Higashi, W.J. Kim. Superplastic gas pressure forming of fine-grained AZ61 magnesium alloy sheet. *Materials Science and Engineering*. – A 372. – 2004. – P. 15-20.

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ГИС-ТЕХНОЛОГИИ

УДК 004.651.4

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫХ ДАННЫХ О МАРШРУТАХ ДВИЖЕНИЯ ДЛЯ ХРАНИЛИЩ

ORGANIZATION OF SPATIO-TEMPORAL DATA ON ROUTES OF MOVEMENT FOR STORAGE

Анискин А.А., Трубаков Е.О.,
ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»,
г. Брянск, Российская Федерация

A.A. Aniskin, E.O. Trubakov,
FSBEI HPE “Bryansk State Technical University”, Bryansk, Russian Federation

e-mail: andrei.aniskin32@yandex.ru

Аннотация. С уменьшением размеров модулей ГЛОНАСС/GPS и встраивание их в мобильные устройства повысилась сфера их применения. Одной из таких сфер является туризм. Для спортсменов полезно сохранять свой маршрут для дальнейшего анализа. Так же маршрутом всегда можно поделиться со своими друзьями или коллегами. Для этого организовывается банк треков, который сохраняет не только все характеристики маршрута (протяженность, время в пути и т.д.), но и ключевые точки маршрута с их показателями (пространственное положение, время достижения точки спортсменом и т.д.), что является пространственно-временными данными. Для подобных сервисов необходима специализированная структура данных для хранения и обработки маршрутов. Ключевой особенностью сервисов является тот факт, что люди склонны загружать и просматривать данные (маршруты), которые прошли не так давно, нежели более удаленные по времени от текущего момента. В этой статье предлагается использовать структуру данных, разработанную именно для этого – «сжатое старт-конец дерево» (CSE-tree). Данная структура включает в себе достоинства других индексов, благодаря чему при проведении исследований показывает хорошие результаты по размеру индекса и времени обновления, чем другие аналогичные структуры.

Abstract. With a decrease in the size of the GLONASS / GPS modules and their integration into mobile devices, their scope has increased. One of these areas is tourism. For athletes, it is useful to save their route for further analysis. The same route can always be shared with your friends or colleagues. For this, a bank of tracks is organized, which preserves not only all the characteristics of the route (length, travel time, etc.), but also key points of the route with their indicators (spatial position, time when the athlete reaches the point, etc.), which is spatio-temporal data. For such services, a specialized data structure is needed for storing and processing routes. A key feature of services is the fact that people tend to download and view data (routes) that passed not so long ago than more distant from the current moment. This article proposes using the data structure developed specifically for this - the “compressed start-end tree”. This structure includes the advantages of other indices, so

that when conducting research it shows good results in terms of index size and update time than other similar structures.

Ключевые слова: пространственно-временны данные, индексирование, структуры данных, хранилища маршрутов, пространственное позиционирование.

Keywords: space-time data, indexing, data structures, route stores, spatial positioning.

С внедрением в повседневную жизнь датчиков позиционирования минимальных размеров привело к тому, что люди, занимающиеся спортом, стали обмениваться своими маршрутами. Для удобства были разработаны WEB-банки маршрутов, где любой мог зайти и посмотреть маршрут с его параметрами (протяженностью и временем следования) [1].

Без картографических сервисов работа подобных ресурсов затруднительна, поскольку поиск пространственных данных по тегам является не основным способом получения информации. Как следствие, необходима специализированная структура данных для индексирования маршрутов, которые имеют и пространственную и временную составляющую [2, С. 79-86].

Со временем сложилось так, что наиболее распространенным подходом к индексированию пространственных данных является их разбиение на области, при помощи различных реализаций R-дерева, но такой подход не позволяет распределить маршруты по времени записи [3, С. 48-55].

Проблема в том, что пользователи не всегда загружают свои маршруты во время записи, таким образом, довольно трудно отследить точное время записи маршрута.

Поэтому кроме пространственного индексирования необходимо производить и временное индексирование данных. Такой подход позволят расширить пользовательский опыт по работе с маршрутами.

Основная идея в том, чтобы индексировать данные не только по пространственной составляющей, но и по временной.

После разбиения маршрутов на сегменты пространственными сетками каждый сегмент вставляется в соответствующий временной индекс. Такой подход не только позволит разграничить маршруты по времени, но и сгруппировать их по длительности записи маршрута.

Временное индексирование позволит пользователю более точно подобрать себе маршрут, исходя из его потребностей, так как человек, подбирая маршрут, часто ориентируется на время, которое ему придётся потратить для его прохождения.

Для реализации данного подхода необходимо хранить не только данные о точках, записанных пользователем во время маршрута, но и время записи каждой из точек.

Такая структура хранения позволит максимально упростить время вычисления длительности маршрута (T_{dur}). Так как придётся лишь высчитать разность времени первой записанной точки маршрута (T_e) и последней (T_s):

$$T_{dur} = T_e - T_s.$$

Выборка данных

Для поиска маршрута в WEB-сервисах с подключенными картографическими ресурсами одним из основных видов запросов является пространственно-временной запрос, так как благодаря ему пользователь может очертить и желательный регион

прохождения и ограничить временные показатели. Подобные запросы включают как пространственный, так и временной предикат.

Пространственный предикат задает прямоугольную область, представленную четырьмя границами.

Временной предикат задает промежуток времени между минимальной и максимальной временной границей запроса, обозначаемый как $Time_{min}$ и $Time_{max}$.

Для пространственного предиката индекс должен извлекать все треки, которые перекрываются с пространственным входом запроса.

Для временного предиката необходимо соответствие условию:

$$\begin{cases} T_e > Time_{min} \\ T_s > Time_{max} \end{cases}$$

Организация индексирования

Так же как в SETI [5] и SEB-дереве [6] данный индекс разбивает всё рабочее пространство на непересекающиеся ячейки, после чего для каждой ячейки строится отдельный временной индекс.

При загрузке траектории ей присваивается уникальный идентификатор. Затем эта траектория сегментируется границами пространственных ячеек, и каждый сегмент заносится в соответствующий временной индекс (рисунок 1).

Алгоритмы работы с данным индексом схожи с алгоритмами, представленными в SETI и SEB-дереве.

Главное отличие CSE-дерева заключается лишь в работе временного индекса.

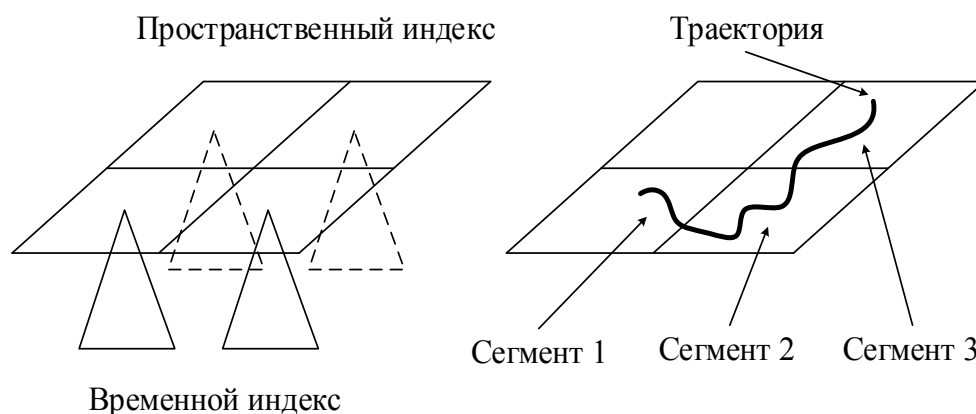


Рисунок 1. Общая структура индекса.

Временной индекс CSE-дерева представляет собой набор двухмерных деревьев для каждой пространственной ячейки структуры.

Одна из осей временного индекса соответствует времени начала движения по текущему сегменту T_s , вторая – времени конца движения T_e . Таким образом, сегмент траектории в данной двухмерной плоскости представляется точкой.

На рисунке 2 изображен пример структуры CSE-дерева.

Так как всегда $t_e > t_s$, то все точки в таком представлении будут располагаться в верхней левой части плоскости.

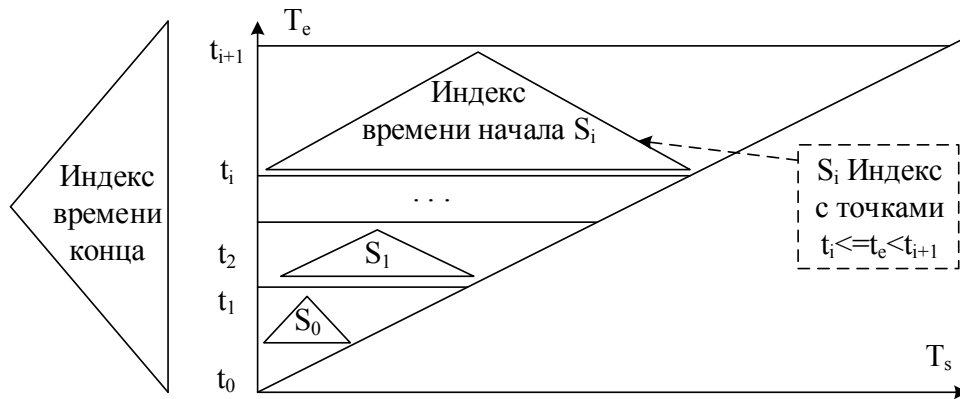


Рисунок 2. Общая структура временного индекса.

При индексировании все точки разбиваются на группы по значению поля t_e .

Затем для всех групп создается индекс конечного времени (End Time Index), и для каждой из групп создается индекс начального времени (Start Time Index).

На рисунке 2 соответствующие индексы показаны в виде треугольников. Параметр разделения на группы определяется в процедуре установления точки на плоскости.

Индекс конечного времени – это В+-дерево, в узлах которого хранятся записи вида: $\langle \text{key}, \text{value} \rangle$, где key – это значение времени разделения на группы $t_0, t_1, t_2 \dots t_i$; value – указатель на корень индекса начального времени $S_0, S_1, S_2 \dots S_i$.

Индекс начального времени так же организован в виде В+-дерева, которое сохраняет записи вида: $\langle \text{key}, \text{value} \rangle$, где key – это t_s сегмента, а value – это пара конечного времени сегмента и идентификатор сегмента траектории.

Алгоритм вставки

Рассмотрим работу алгоритма вставки (рисунок 4) на примере, представленном на рисунке 3.

Пусть параметр разделения на группы будет равен трем и в структуру, изображенную в левой части рисунка, необходимо вставить еще один сегмент траектории P_3 .

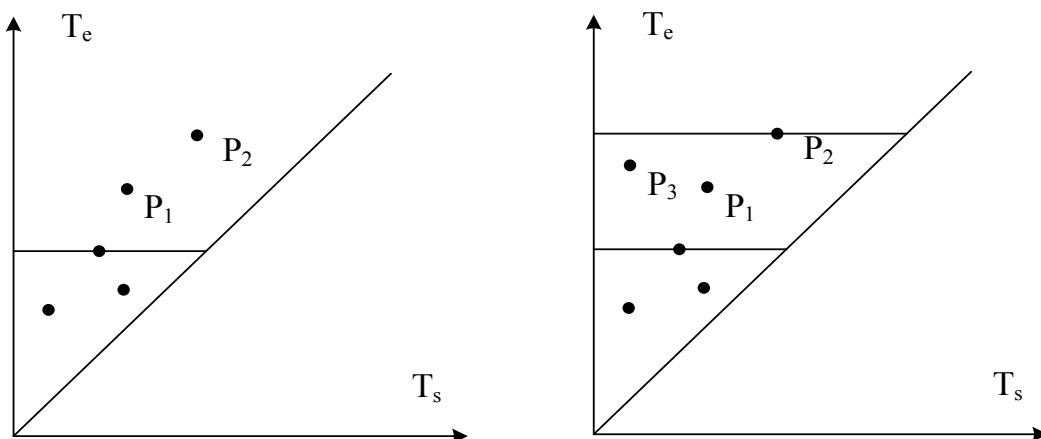


Рисунок 3. Пример вставки.

В последней группе объектов (куда вставляется P_3) уже имеется два сегмента (P_1 и P_2), поэтому при вставке еще одного сегмента будет достигнуто пороговое значение.

Для обработки ситуации переполнения в группе определяется такой элемент, у которого значение поля t_e является максимальным (на рассматриваемом рисунке – это объект P_2). Полученное значение t_e становится временем разделения группы. В результате всех операций индекс по конечному времени из двух частей преобразуется в индекс из трех частей.



Рисунок 4. Алгоритм вставки.

Алгоритм поиска

При обработке поисковых запросов на первом шаге определяются пространственные ячейки, пересекающие заданный регион. Затем по временным индексам, соответствующим найденным ячейкам, производится поиск сегментов траекторий, удовлетворяющих заданному запросу (рисунок 5).

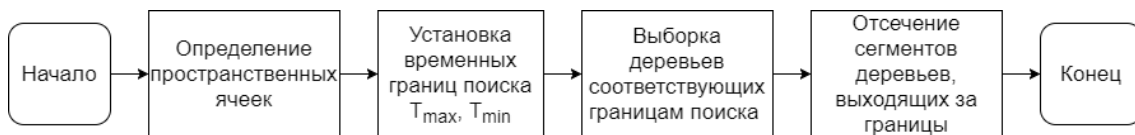


Рисунок 5. Алгоритм поиска.

Первый шаг алгоритма представляет собой обычный поиск по пространственному индексу, который уже рассматривался в предыдущих подразделах. На втором шаге первым делом определяются границы поиска. Нижнее значение времени запроса принимается как T_{min} , а верхнее – T_{max} . При помощи T_{min} определяются структуры индексирования начального времени, т.е. значение поля T_e должно быть больше, чем значение T_{min} . На рисунке 6 это деревья T_1 , T_2 и T_3 .

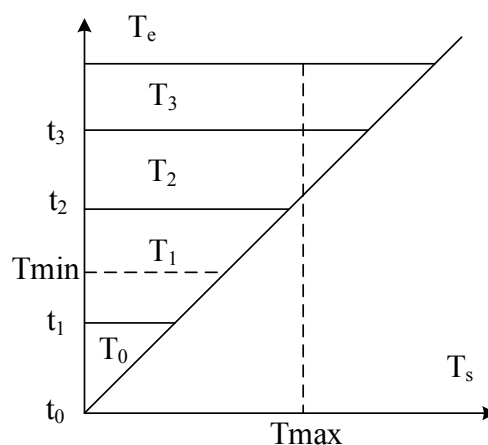


Рисунок 6. Пример поиска.

Затем в полученных структурах при помощи T_{max} отсекаются сегменты, у которых $T_s < T_{max}$. На заключительном этапе происходит фильтрование результатов из тех деревьев, которые были пересечены линией T_{min} . В рассматриваемом примере из T_1

отсекаются сегменты с $T_e < T_{min}$ (так как линия T_{min} пересекает ячейку T_l). По завершению алгоритма поиска полученные части по идентификатору траектории соединяются и предоставляются как результат обработки запроса.

Алгоритм сжатия

Если пространственно-временной индекс интенсивно используется в системе, то с течением времени объемы данных в нем будут значительно расти, и в связи с этим обработка запросов усложняется. Для таких случаев авторы разработали алгоритм сжатия структуры (рисунок 7). Суть алгоритма заключается в том, чтобы редко обновляющиеся структуры индексирования начального времени (наиболее вероятно, давно загруженные траектории) перевести из B+-дерева в отсортированный динамический массив.

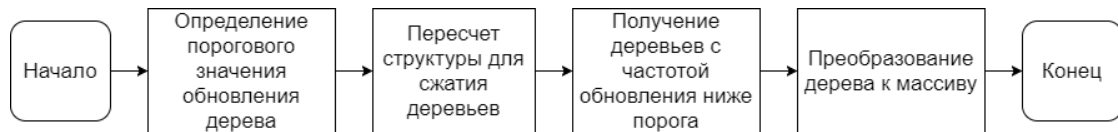


Рисунок 7. Алгоритм сжатия.

Рассмотрим пример на рисунке 8. На этом рисунке справа от оси T_e изображено CSE-дерево, а слева – пунктирная линия наиболее типичного графика обновления записей. По этой линии видно, что структуры индексирования начального времени S_j и S_{j+1} обновляются более часто, чем S_i . Поэтому представить объекты, меньшие чем S_i , в вид динамического массива будет наиболее выгодно.

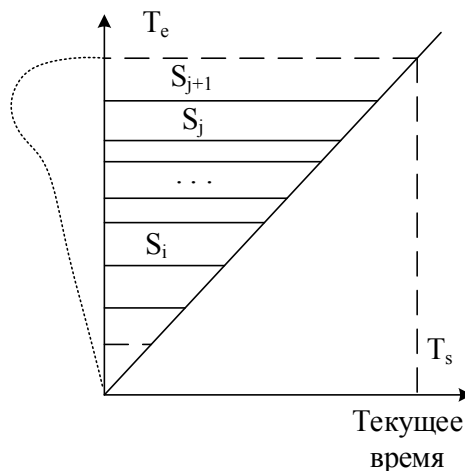


Рисунок 8. Пример сжатия.

Для определения необходимости перехода к массиву задается пороговое значение частоты обновления структуры, и в каждом индексе начального времени устанавливается флаг, указывающий время последнего обновления. Если разность времени между значением флага и текущим временем больше установленного порога, то индекс начального времени приводят к виду динамического массива.

Выводы

Одним из нетривиальных вопросов при реализации CSE-дерева является вопрос выбора оптимального значения количества сегментов в одном индексе начального

времени (порога разделения на ячейки индекса конечного времени). Был проведен ряд практических исследований, в ходе которых данный параметр рассматривался с разных сторон. В ходе этих исследований было замечено, что с ростом этого параметра растет размер CSE-дерева. Этот факт говорит о том, что было бы предпочтительней выбрать значение данного параметра небольшим. Однако величина порога так же влияет и на время обработки запросов. При снижении значения параметра размер индекса конечного времени растет, и время обработки так же увеличивается. Но при увеличении параметра растет размер индекса начального времени, что так же приводит к увеличению времени обработки запросов. На практике было выявлено, что оптимальное значение параметра равно 15 000 сегментов.

Литература

1. Gps Track log route exchange Forum. Режим доступа: <http://www.gpsxchange.com>
2. Гулаков, В.К. Исследование эффективности разных подходов к построению пространственно-временных математических моделей траекторий движения мобильных объектов / В.К. Гулаков, Е.О. Трубаков // Вестник Брянского государственного технического университета №1, 2014. – С. 79-86.
3. Аверченков, В.И. Анализ и некоторая классификация методов доступа к данным / В.И. Аверченков, В.К. Гулаков, А.О. Трубаков, Е.О. Трубаков, В.Н. Матюшин // «Вестник компьютерных и информационных технологий» №12, 2014. – 48-55.
4. Wang, L. A flexible spatio-temporal indexing scheme for large-scale GPS track retrieval / L. Wang, Y. Zheng, X. Xie, W.-Y. Ma // In MDM, 2008. – P.1-8.
5. Chakka, V. Indexing Large Trajectory Data Sets with SETI / V. Chakka, A. Everspaugh, J.M. Patel // In Conference on Innovative Data Systems Research, 2003.
6. Song, Z. SEB-tree: An Approach to Index Continuously Moving Objects / Z. Song, N. Roussopoulos // In Mobile Data Management, MDM, 2003. – P.340-344.

УДК 004.942

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ТРАССЫ ДОРОГИ В INDORCAD С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММЫ «FAIR CURVE MODELER»

DESIGNING AN OPTIMAL TRACE E OF A ROAD IN INDORCAD USING THE PROGRAM “FAIR CURVE MODELER”

Муфтеев В.Г., Шабакеева В.В., Аслямов И.Н., Лукманов Ю.И., Евтягина И.О.,
Уфимский государственный нефтяной технический университет,
ул. Космонавтов, 1, г. Уфа, Республика Башкортостан, 450062, Россия

V.G. Muftejev, V.V. Shabakaeva, I.N. Asliamov, U.I. Lukmanov, I.O. Evtyagina,
Ufa State Petroleum Technological University,
Kosmonavtov Str., 1, Ufa, Republic of Bashkortostan, 450062, Russia

e-mail: adtsp@yandex.ru

Аннотация. На основе программного обеспечения IndorCAD была проведена попытка оптимизации трассы автомобильной дороги, построенной по тангенциальному ходу, с учетом расчетных скоростей и траектории движения автомобиля. Построенная

трасса не удовлетворяла параметрам безопасного вождения. Выдвинута гипотеза, которая гласила, что построенная трасса по тангенциальному ходу не соответствует требуемым закруглениям для безопасного и комфортного движения автомобиля. Делается попытка доказательства этой гипотезы посредством выполнения манипуляций в программах IndorCAD и Fair Curve Modeler и данных онлайн-конвертера с опорой на СП 34.13330.2012 «Автомобильные дороги». На основе системы проектирования автомобильных дорог ведется проектирование тангенциального хода и последующих операций. Работа была поделена на несколько этапов, которые проиллюстрированы и раскрыты коротко и ясно. Для исправления этой ситуации и улучшения показателей трассы, была использована программа «Fair Curve Modeler», с помощью которой была повышена степень построенной кривой. И она достигла параметров, удовлетворяющих безопасному дорожному движению.

Abstract. On the basis of the IndorCAD software, there was an attempt to optimize the trace of a road, taking into account the estimated speeds and the trajectory of the vehicle. Hypothesized that the builded road (which was built with tagential move) doesn't meet the requirements of rounding for save and comfortable car movement. We trying to prove this hypothesis by using manipulation in IndorCad and Fair Curve Modeler programs and data of online converter based on the SP 34.13330.2012 "Car road". On the bases of road design system work on design tangential move and succeeding operations. The work was divided into several stages, which were shown briefly and clearly. To improve this situation was used the program "Fair Curve Modeler". It helped to improve the smoothness of the constructed curve.

Ключевые слова: проектирование плавной трассы, плавная кривая, кривая Безье, кривые высокого порядка гладкости, IndorCAD, Fair Curve Modeler.

Keywords: smooth trace design, smooth curve, Bezier curve, high order smoothness curves, IndorCAD, Fair Curve Modeler.

Первым этапом проектирования новых или реконструкции имеющихся трасс является трассирование.

Система IndorCAD содержит современный и функциональный набор инструментов для создания и редактирования плановой геометрии трассы в соответствии с заданными ограничениями.

В системе IndorCAD используются два основных способа трассирования:

– посредством создания тангенциального хода со вписыванием в вершины углов классических кривых типа «клотоида – круговая кривая – клотоида» и кривой Безье третьего порядка, которые позволяют добиться более сложной геометрии оси трассы в плане;

– заданием начальной и конечной точек в последовательности сопряжённых геометрических фигур. При этом система сама находит кратчайший путь по указанной последовательности фигур и создаёт на его основе трассу [1].

Выдвинутая нами гипотеза такова: построенная трасса по тангенциальному ходу не соответствует требуемым закруглениям для безопасного и комфортного движения автомобиля. А так же покажем метод, который позволит решить эту проблему.

Для доказательства этой теории построим трассу по тангенциальному ходу так, чтобы углы между касательными прямыми были больше 90° как показано на рисунке 1.

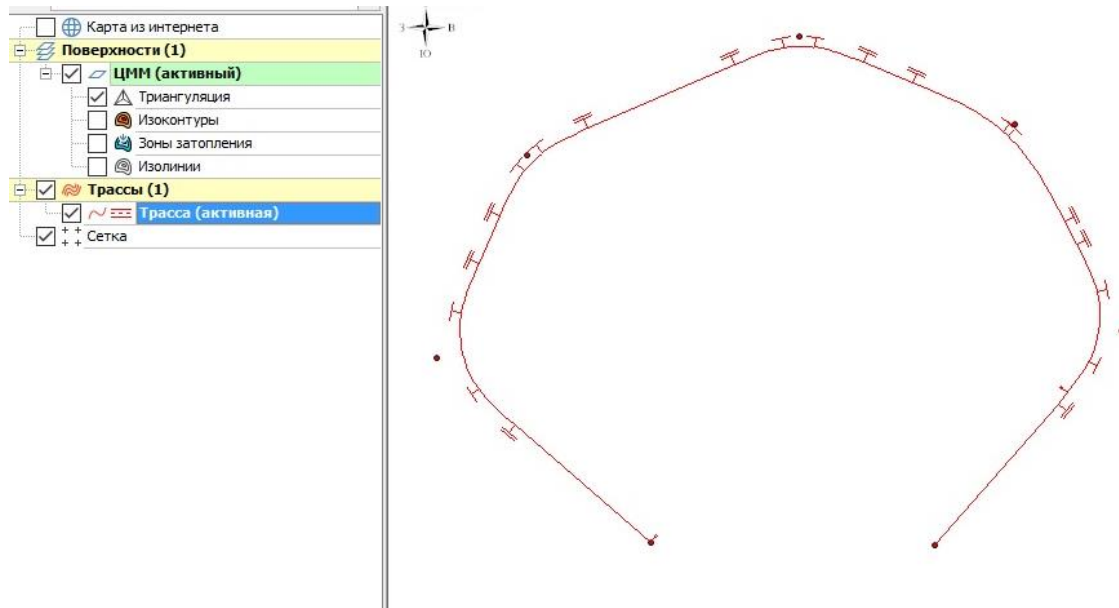


Рисунок 1. Построение трассы по тангенциальному ходу.

Далее по управляющим точкам строим траекторию движения автомобиля (рис. 2).

Траектория движения автомобиля строится программой IndorCAD автоматически с учетом расчетной скорости 100 км/ч, с учетом вписывания автомобиля с данной скоростью в параметры трассы.

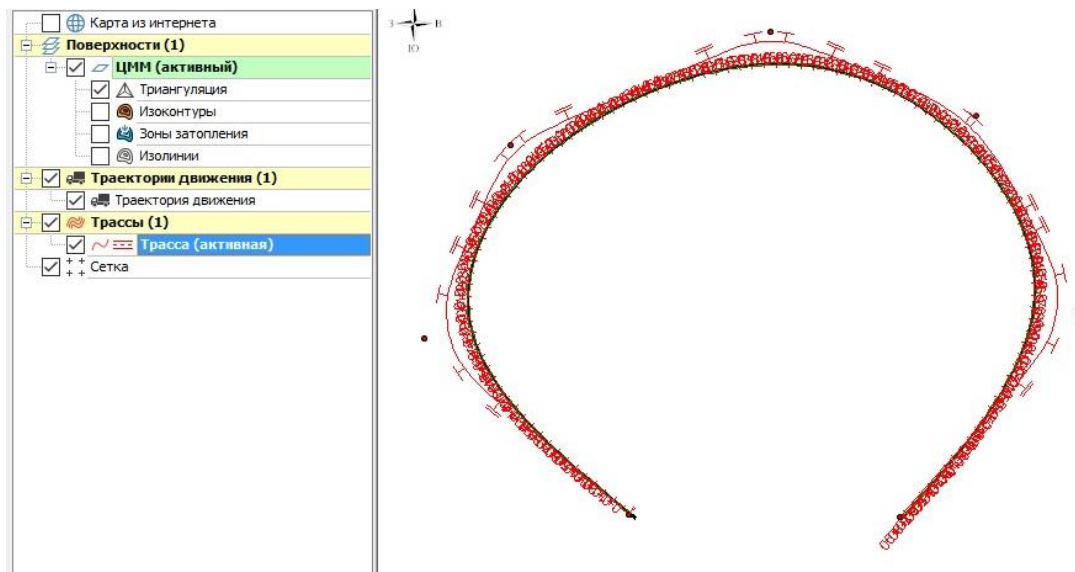


Рисунок 2. Построение траектории движения транспорта по управляющим точкам тангенциального хода.

Гипотезу считаем подтвержденной, расхождения траектории движения и построенной трассой заметно различаются.

Проблема заключается в том, что радиус кривой в плане не обеспечивает безопасного дорожного движения.

Радиус кривой в плане, обеспечивающий безопасное движение по кривой с расчетной скоростью без дополнительных мероприятий (переходных кривых, виражей

и уширении проезжей части), определяется из устойчивости автомобиля против бокового заноса.

Минимальный основной радиус, не требующий устройства переходной кривой и выража:

$$R_{\min} = \frac{v^2}{127(\mu+i)}$$

$$R_{\min} = \frac{100^2}{127(0,09 + 0,12)} = 374,95 \text{ м}$$

где V – расчетная скорость движения автомобиля основная и для трудных участков пересеченной местности;

μ – коэффициент поперечной силы, принимаемый по табл. 5.2 СП 34.13330.2012 (таблица 9);

i – поперечный уклон проезжей части.

Данный радиус не соблюдается в 3 из 5 поворотов.

Для решения проблемы вписывания траектории движения автомобиля в проектируемую трассу, ставим следующую задачу: улучшить плавность трассы, перевести её в кривую Безье и повысить степень до 4.

Для этого воспользуемся созданными нами программами:

1. Web+IndorCAD
2. <http://fair-nurbs-ru.1gb.ru>

Считываем активную трассу из IndorCAD, получаем некоторые числа (рис. 3), скопировав которые на сайт, сможем построить её очертания (рис.4).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
19															
20	Classic	203	-429	0	0	0	0	0	0						
21	Classic	37	-286	0	80,08449	80	40	40							
22	Classic	107	-129	0	51,32037	80	40	40							
23	Classic	318	-37	0	54,03113	80	40	40							
24	Classic	485	-105	0	84,85022	120	80	80							
25	Classic	568	-265	0	75,05144	80	40	40							
26	Classic	423	-431	0	0	0	0	0							
27	Classic	314	-447	0	0	0	0	0							
28															
29															
30		203,-429,0,1													
31		37,-286,0,1													
32		107,-129,0,1													
33		318,-37,0,1													
34		485,-105,0,1													
35		568,-265,0,1													
36		423,-431,0,1													
37		314,-447,0,1													
38															
39															

Рисунок 3. Считывание активной трассы из IndorCAD.

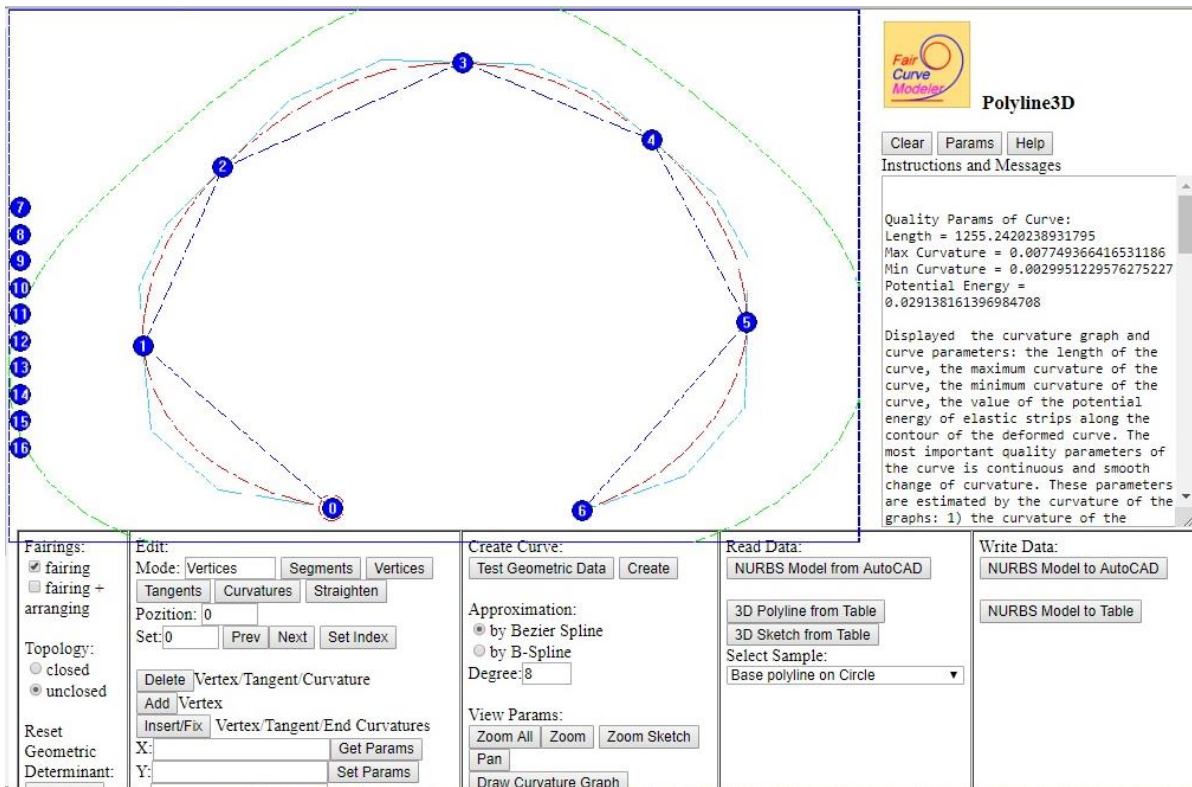


Рисунок 4. Перенос очертаний трассы из IndorCAD.

Переводим кривую в кривую Безье и улучшаем до 4 степени (рис. 5), возвращаем её в B-сплайн и переносим в IndorCAD с помощью Web+IndorCAD (рис.6).

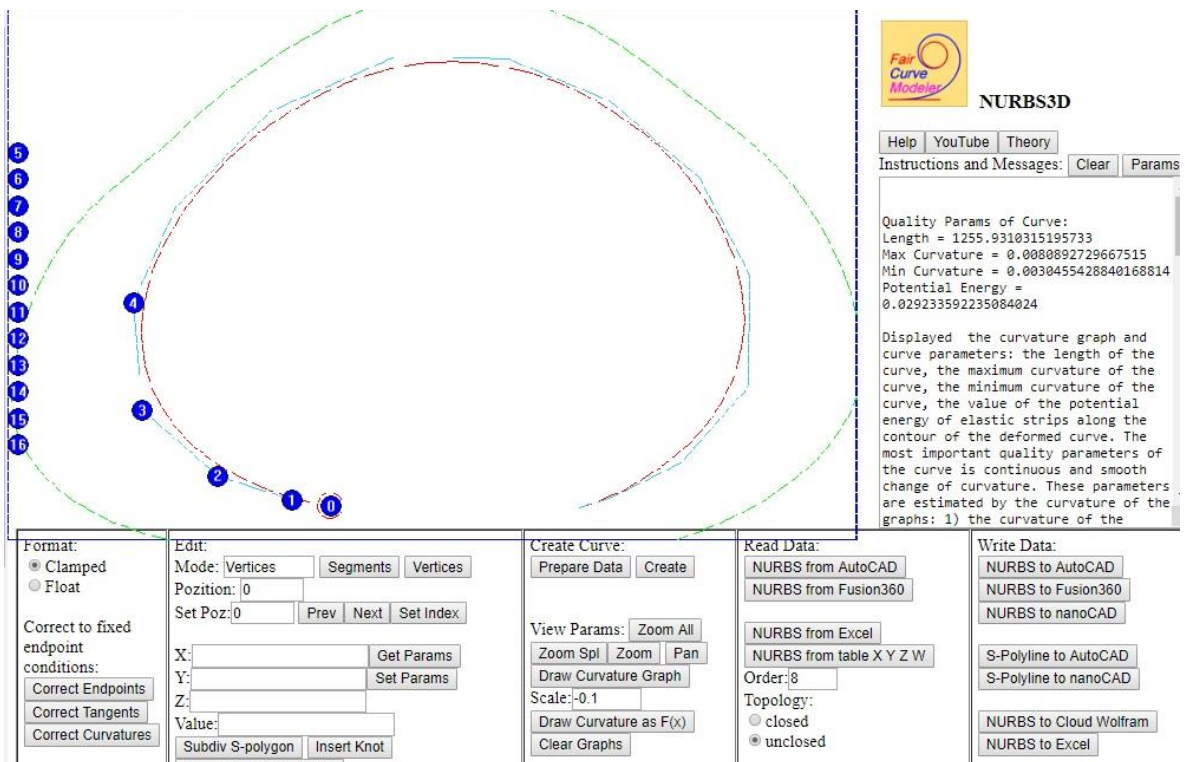


Рисунок 5. Улучшение кривой Безье до 4 степени.

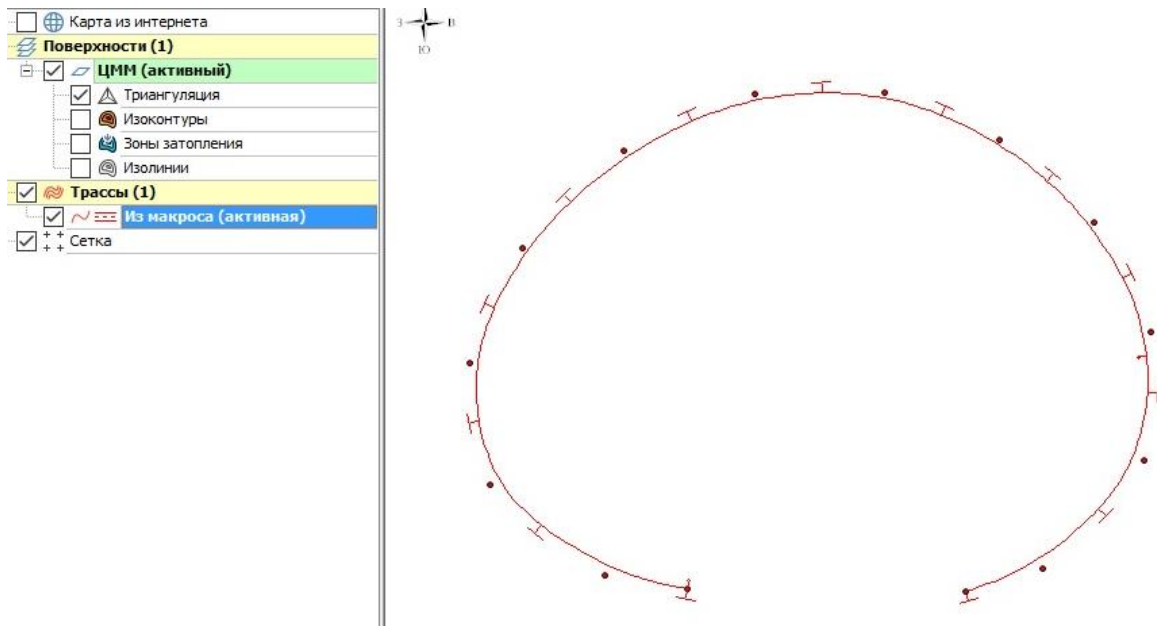


Рисунок 6. Перенос кривой в IndorCAD.

По управляющим точкам строим траекторию движения транспорта на данной трассе (рис. 7).

Построенная траектория движения автомобиля максимально совпадает с трассой, а также соответствует расчетам согласно нормам [2].

Делаем вывод о том, что полученная кривая отвечает требованиям безопасного и комфортного вождения.

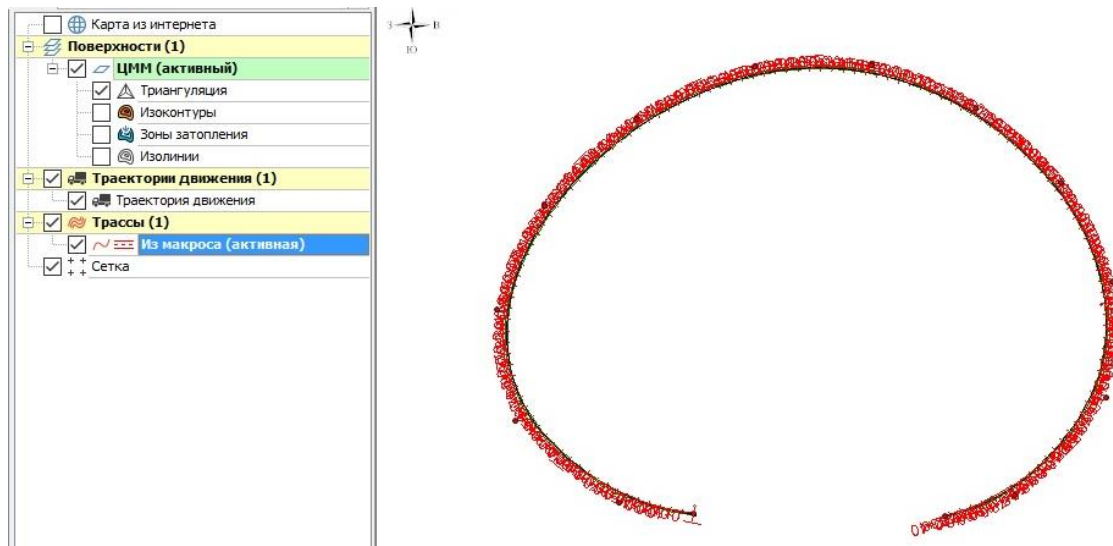


Рисунок 7. Построение траектории движения транспорта по управляющим точкам кривой.

Выводы

Проведя анализ строительства трассы по тангенциальному ходу в программе IndorCAD, выяснили, что построенная трасса не соответствует требуемым закруглениям для безопасного движения автомобиля определяемый согласно СП 34.13330.2012. Предложили использовать кривую Безье, благодаря этому, можно решить данную проблему.

Литература

1. Проектирование автомобильных дорог в IndorCAD / И.В. Кривых, Д.А. Петренко, В.Н. Бойков и др. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2015. – 406 с. – DOI: 10.17273/book.2015.2
2. СП 34.13330.2012 «Автомобильные дороги». Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85* (утв. приказом Министерства регионального развития РФ от 30 июня 2012 г. №266).

СИСТЕМЫ И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ ИНФОРМАЦИИ

UDC 004.728.1

INTERCEPT GSM – PACKETS WITH THE HELP OF A FALSE BASIC STATION

ПЕРЕХВАТ GSM – ПАКЕТОВ ПРИ ПОМОЩИ ФАЛЬШИВОЙ БАЗОВОЙ СТАНЦИИ

N.V. Kormiltsev, A.D. Uvarov, G.S. Kornilov,
FSBEI HE “Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI”,
Kazan, Russian Federation

Кормильцев Н.В., Уваров А.Д., Корнилов Г.С.,
ФГБОУ ВО «Казанский национальных исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ»
г. Казань, Российская Федерация

e-mail: kodeIS@mail.ru

Abstract. This article discusses the practical possibility of building a fake base station to violate the confidentiality of user data. It is worth noting that the IMSI trap described in this paper was built only for educational purposes using open source software. The authors of the article believe that to repeat this experiment, the attacker does not need to have special equipment, a dedicated antenna and extensive knowledge of the topic of telecommunications to search for vulnerabilities, it is enough just to drown out the UMTS signal and be near the potential victim. The mobile phone of which is connected to the IMSI-trap, due to the peculiarity of mobile cellular networks, as well as for reasons of saving battery power of the mobile device, the latter always tries to connect to the base station with the highest signal level. To prevent such a connection is possible, both from the user and the mobile provider. On the part of the user, this procedure is possible only by disabling the principle of “delegation” in the phone settings or by installing special software applications, but, unfortunately, at the moment having a limited detection range. We assume that the experiment obtained as a result of the experiment can significantly increase the level of identification and detection of IMSI traps.

Аннотация. В данной статье рассматривается практическая возможность построения поддельной базовой станции для нарушения конфиденциальности пользовательских данных. Стоит отметить, что описанная в данной работе IMSI-ловушка была построена только в учебных целях с использованием программного обеспечения с открытым исходным кодом. Авторы статьи полагают, что для повторения подобного эксперимента злоумышленнику не нужно обладать специальным оборудованием, выделенной антенной и обширными знаниями в теме телекоммуникаций для поиска уязвимостей, достаточно лишь заглушить UMTS сигнал и находиться рядом с потенциальной жертвой. Мобильный телефон, который подключится к IMSI-ловушке, из-за особенности функционирования мобильных сетей

сотовой связи, а также из соображений экономии заряда батареи мобильного аппарата. Последний всегда старается подключиться к базовой станции с наивысшим уровнем сигнала. Предотвратить подобное подключение возможно, как со стороны пользователя, так и мобильного провайдера. Со стороны пользователя данная процедура возможна только путем отключения принципа «делегированности» в настройках телефона или посредством установки специальных программных приложений, но, к сожалению, на данный момент имеющих ограниченный диапазон обнаружения. Предполагаем, что полученный в результате эксперимента опыт может существенно повысить уровень идентификации и обнаружения IMSI-ловушек.

Keywords: cellular network, GSM, IMSI, MITM attack, IMSI trap, spoofing, telecommunication security.

Ключевые слова: сотовая сеть, GSM, IMSI, MITM-атака, IMSI-ловушка, спуфинг, телекоммуникационная безопасность.

Introduction

As a hardware platform for Osmocombb, Motorola brand phones based on the Calypso chipset were chosen [1, p. 103]. OsmocomBB has released a firmware that allows you to fully control the operation of this chip.

OsmocomBB can not be run on modern phones because of the secure boot. In modern devices there is a bootloader that runs the base firmware, and when starting up a third-party firmware, the bootloader simply blocks [3, p. 144]. Of course, it is possible to unlock the bootloader, but this problem cannot be solved without drivers and specifications of DSP processors that are not publicly available [4, p. 135].

Let us analyze the data transmission from a cell phone (ms) to a base station (BTS) (Figure 1).

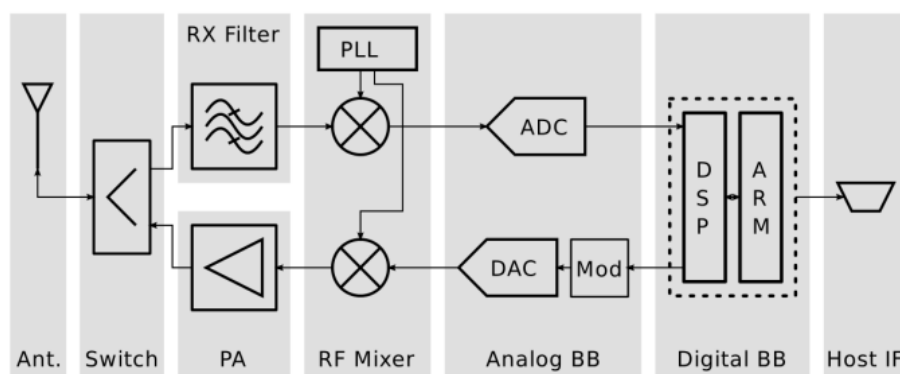


Figure 1. Data transfer scheme from cell phone to base station.

To clarify the scheme, let's open the abbreviations: ADC is an analog-to-digital converter; DAC is a D / A converter; PLL is phase locked loop; PA – power amplifier.

It should be noted that the transfer is carried out in several stages. First, the event is generated by the central processor, and then it goes to the signal processing processor (DSP), which transmits the received signal from the microphone to the hardware modulator. In the process of modulation, the signal is converted from digital to analog, amplified (PA) and passing through the switch enters the antenna, with which it broadcasts on the air [6, p. 376]. When a signal is received, the process is reversed, only in this case the signal is filtered, and demodulation is performed programmatically on the DSP [7, p. 342].

Antenna and filter application

To use a Motorola phone together with OsmocomBB as a sniffer or analysis of GSM traffic and to launch a fake base station based on it, you need to replace the RX filter on the device. This procedure requires the manifestation of the skill of careful soldering [8, p. 345]. We need 2 filters of this specification HHM1526 and HHM1523C1, and additional capacitors 04025A150JAT2A and 04025A220JAT2A [9, p. 203]. Replacing these filters is necessary to get traffic. Broadcasting on GSM frequencies requires a license, and violation of the privacy of subscribers' traffic is prosecuted by the laws of the Russian Federation.

Next, consider how to replace these filters in more detail. This is how the Motorola phone looks after parsing and desoldering the protective panel.

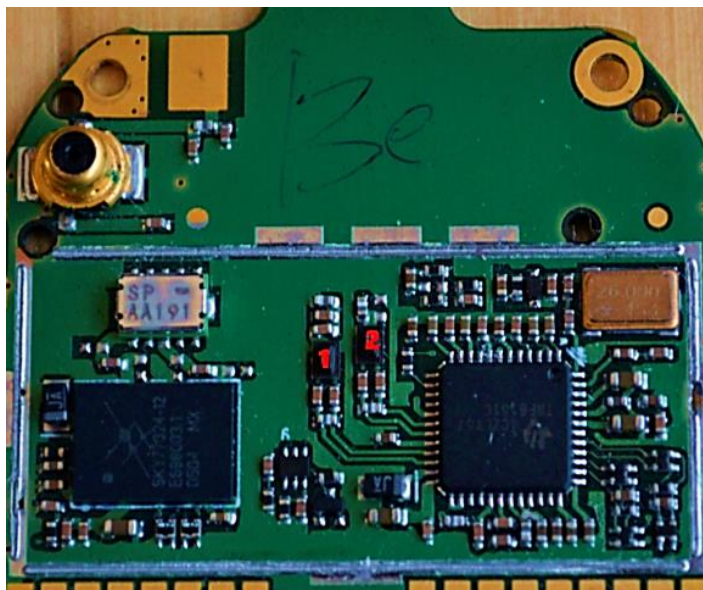


Figure 2. Motorola phone, after parsing and desoldering the protective panel.

First you need to unsolder the standard RX-filters indicated in the photo numbers 1 and 2. In their place should be soldered HHM1526 and HHM1523C1. The same is done with the capacitors above.

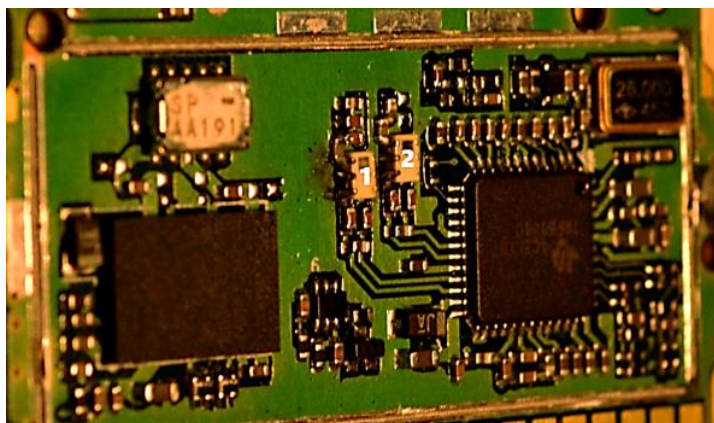


Figure 3. Motorola phone, after soldering the necessary capacitors and filters.

As a result, we get a ready-made device for receiving absolutely all signals and then sending them to a computer.

USB to TTL converter

The phone communicates with the computer via a serial port and a USB-TTL converter. The serial port of Motorola phones is located on the board, but the advantage of these models is that the 2.5 mm jack headset port can also act as a serial port [5, p. 171]. It turns out it can be used to debug the original firmware and call the bootloader. When the phone starts, the following occurs; the built-in bootloader requests the firmware download from the serial port, and if there is no answer, it loads the firmware from the flash memory. The task is to have time to start OsmocomBB firmware earlier than the original one from the device's memory.

To assemble such a cable you will need a 2.5 mm jack, wires and a USB-TTL converter. Consider the choice of USB-TTL, converters based on the FT232 chipset are best suited. Their advantages are high speed data transfer and stable operation. You can also use the CP2102 and PL2303 chipsets, but you need to install the firmware on them [2, p. 173]. Regarding the TRS connector, or as it is called jack, when soldering you need to know that the far contact is TxD, the middle one is RxD, and the closest one is GND. Soldering should be carried out carefully, without overheating of the contacts. Upon completion, you must check the resistance of each contact with a multimeter [10, p. 333]. After that, test the cable on Linux in the following order.

Analysis of possible solutions to the problem

Today, in our opinion, providers have the ability to detect attacks on SS7, paying attention to suspicious activity on the network, as well as analyzing incoming requests from the MSC / VLR. For example, a request to update the location of a subscriber serving the MSC / VLR Kazan comes from the MSC / VLR in Washington, indicating an instantaneous change in location, can be considered unnatural, because this scenario is physically impossible. To detect such anomalies, providers need to collect additional information about the behavior of subscribers on the SS7 network. The detection system, using this information, can distinguish normal from abnormal behavior [10, p. 333]. In our opinion, the detection system should be able to look for anomalies in the behavior of subscribers and networks to detect such attacks.

Findings

Having chosen the frequency that our operator uses for data transmission, they intercepted GSM traffic. This traffic can be classified and decrypted, as well as written to a file.

References

1. Gibadullin R.F., Galimov A.R., Kormiltsev N.V., Uvarov A.D., Perukhin M.Y., Gaynullin R.N. Analysis and modernization of the IEEE 802.11i security standard // Bulletin of the Technological University. Kazan: Publishing house: Kazan National Research Technological University, 2018. T. 21. №8. P. 100-108. Abd El-Gawad, E.A., 2007. The use of well logs to determine the reservoir characteristics of Miocene rocks at the Bahar North East field, Gulf of Sues, Egypt. Journal of Petroleum Geology, 30(2). P. 175-188.
2. Gibadullin R.F., Firsova D.D., Kormiltsev N.V., Uvarov A.D., Perukhin M.Y., Gaynullin R.N. Development and testing of software modules for evaluating the performance of CUDA and OPENCL technologies // Bulletin of the Technological University. Kazan: Publishing house: Kazan National Research Technological University, 2018. T. 21. №9. Pp. 171-175.

3. Kormiltsev N.V., Uvarov A.D., Kornilov G.S., Perukhin M.Yu. Obtaining GSM-packages at the physical level of the model of the open systems interaction standard // Bulletin of the Technological University. Kazan: Publishing house: Kazan National Research Technological University, 2018. T. 21. Number 3. P. 143-145.
4. Kormiltsev N.V., Uvarov A.D., Kornilov G.S., Perukhin M.Yu. Optimization of the authentication process to protect confidential user data when connected to the LTE network // Technological University Bulletin. Kazan: Publishing house: Kazan National Research Technological University, 2018. T. 21. №3. P. 134-138.
5. Kormiltsev N.V., Uvarov A.D. Imitation of an attack on the basis of a software – defined radio system in compatible GSM networks // Materials of the national scientific and practical conference “Science, education and innovation in the modern world”. (Voronezh, March 20-21, 2018). Voronezh: Publishing house: Voronezh State Agrarian University. Emperor Peter I, 2018. P. 170-177.
6. Kormiltsev N.V., Uvarov A.D., Khamatnurov I.I., Tumbinskaya M.V. Analysis of the security of the LTE-a security system against Dos attacks // National interests: priorities and security. M.: Publishing house: Publishing house FINANCE and CREDIT, LLC, 2019. T. 15. No. 2 (371) P. 376-392.
7. Kormiltsev N.V., Uvarov A.D. Analysis of the security of the GSM network using software and hardware // XX All-Russian Student Scientific and Practical Conference of Nizhnevartovsk State University (Nizhnevartovsk, April 3 – 04, 2018). Nizhnevartovsk: Publishing house: Nizhnevartovsk State University, 2018. P. 340-344.
8. Kormiltsev N.V., Uvarov A.D. Analysis of the attack on mobile devices with the ANDROID operating system // XX All-Russian Student Scientific and Practical Conference of Nizhnevartovsk State University (Nizhnevartovsk, April 3 – 04, 2018). Nizhnevartovsk: Publishing house: Nizhnevartovsk State University, 2018. p. 344-347.
9. Nurutdinova I.R., Khafizova A.Sh., Kormiltsev N.V., Uvarov A.D., Perukhin M.Yu. Development and testing of software modules for evaluating the performance of OPENMP and OPENCL technologies // Bulletin of the Technological University. Kazan: Publishing house: Kazan National Research Technological University, 2018. T. 21. №4. Pp. 202-205/
10. Uvarov A.D., Kormiltsev N.V., Kornilov G.S. Optimization of the algorithmic approach of detecting IMSI traps in a mobile cellular network // Information and Security. Voronezh: Publishing house: Voronezh State Technical University, 2018. T. 21. №3 S. 330-335.