

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

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

# **Информационные технологии Проблемы и решения**

У ф а  
Издательство УГНТУ  
2 0 2 0

**Информационные технологии. Проблемы и решения.** – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2020. 3(12). 160 с.

**Information technology.** – Ufa: USPTU, 2020. 3(12). 160 p.

**Учредитель:**

**ФГБОУ ВО Уфимский государственный  
нефтяной технический университет**

**2020, 3(12)**

Издается с 2014 г.

**РЕДКОЛЛЕГИЯ**

**Главный редактор**

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

**Члены редколлегии**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

© Коллектив авторов, 2020

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

[https://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=61250](https://elibrary.ru/title_about.asp?id=61250)

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

Отпечатано с готового электронного файла.

Подписано в печать 17.08.2020. Формат 60x80 1/16. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 9,30. Тираж 800 экз. Заказ 100.

Издательство Уфимского государственного нефтяного технического университета

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

**Founder:**

**FSBEU NE Ufa State Petroleum  
Technological University**

**2020, 3(12)**

Published since 2014

**EDITORIAL BOARD**

**Editor-in-Chief**

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

**Editorial Board Members:**

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

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

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

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

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

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

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

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

## ОГЛАВЛЕНИЕ

### ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ: КОНЦЕПЦИЯ, МЕТОДОЛОГИЯ, ТЕХНОЛОГИЯ

Алексеева В.Н. ДИСТАНЦИОННЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ В КОНГНИТИВНОЙ ЛИНГВИСТИКЕ.....	5
Сайфуллина А.Р., Дмитриев В.Г., Галин Д.И. ВНЕДРЕНИЕ 3D-ГРАФИКИ В УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ «ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА».....	11

### ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ, ОБРАЗОВАНИИ И ПРОИЗВОДСТВЕ

Абдрафикова Ф.Ф., Муравьева Е.А., Шарипов М.И. ПРОВЕДЕНИЕ FMEA-АНАЛИЗА ПРОЦЕССА НЕФТЕДОБЫЧИ.....	19
Зайцев А.В., Спиридонов О.В. ЦИФРОВОЙ ФУНКЦИОНАЛ ИНЖЕНЕРА-ТЕХНОЛОГА В МАШИНОСТРОЕНИИ.....	24
Суфиянова А.Н. ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ.....	30
Гребенюк М.В. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ: ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПЕДАГОГА С ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ.....	36
Головина Е.Ю., Ермолаев Е.В. СРАВНЕНИЕ АРХИТЕКТУР СИСТЕМ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА.....	41
Николаева А.А., Головина Е.Ю. ПРОЕКТИРОВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ РАЗРАБАТЫВАЕМОГО МОДУЛЯ «АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА И ПРОФЗАБОЛЕВАНИЙ В НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ».....	46
Абросимова М.А., Власова Л.С. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ RUTNOM ПРИ РАБОТЕ С БОЛЬШИМИ ДАННЫМИ.....	53
Муравьева Е.А., Коннов В.А. ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДОБЫЧИ НЕФТИ.....	59
Черноморец А.А., Болгова Е.В., Черноморец Д.А., Кривчиков В.С. О СУБИНТЕРВАЛЬНОМ СКРЫТОМ ВНЕДРЕНИИ ДАННЫХ В ИЗОБРАЖЕНИЯ В РАМКАХ КОСИНУС ПРЕОБРАЗОВАНИЯ.....	63
Вахтеров А.Р., Имамов Ф.Н., Фаридонов А.И. ИЗМЕРЕНИЕ И ОБРАБОТКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ МАГНИТНОГО ПОЛЯ, СОЗДАВАЕМОГО ВОЗДУШНЫМИ ЛИНИЯМИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ НА СЕЛИТЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ.....	70
Фаталиев Т.Х., Мехтиев Ш.А. КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В НЕФТЕГАЗОВОМ КОМПЛЕКСЕ.....	74
Ерофеев В.В., Трояновская И.П., Гильманшин Р.А., Шарафиев Р.Г., Ерофеев С.В., Гужвиев А.А. ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ШТАМПОСВАРНЫХ ТРОЙНИКОВ ПУТЕМ РАЦИОНАЛЬНОГО ВЫБОРА РЕЖИМА ОПЕРАЦИИ ОПРЕССОВКИ.....	79

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

Дильмухаметова Р.Х., Ишмухаметова А.А. ПРОБЛЕМЫ С ДОГОВОРАМИ И СПОСОБ ИХ РЕШЕНИЯ.....	86
Кудряшов Д.Д. ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ПРОДАЖ ОРГАНИЗАЦИЙ.....	91
Гаврилов С.В. ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ В СКАЖИНЕ НА НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ.....	95
Мытников А.Н., Капитонов А.М. АНАЛИЗ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ АНАЛИТИЧЕСКИХ ЗАПРОСОВ И ХРАНЕНИЯ БОЛЬШИХ ОБЪЕМОВ ДАННЫХ НА БАЗЕ СТОЛБЦОВОЙ СУБД YANDEX CLICKHOUSE.....	99
Левина Т.М., Торгашов А.В., Мирзакаев Р.В. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВА НЕФТЕПРОДУКТОВ.....	106
Клев Д.Д. РОЛЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЭФФЕКТИВНОМ УПРАВЛЕНИИ СОВРЕМЕННЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ.....	110
<b>МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ</b>	
Вахрамов С.В. АВТОМАТИЧЕСКАЯ ГЕНЕРАЦИЯ ВЕБ-ДОКУМЕНТАЦИИ ДЛЯ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ, НАПИСАННЫХ НА ФРЕЙМВОРКЕ ANGULAR....	115
Антоненко Н.А., Бабаев А.Б., Екатериничев А.Л., Наташкина Е.А. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОПУЛЯРНЫХ ПЛАТФОРМ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЧАТ-БОТА.....	121
Мусин И.Р. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ МАГНИТНЫХ РЯДОВ ГЕОМАГНИТНЫХ ДАННЫХ.....	125
<b>СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ГИС-ТЕХНОЛОГИИ</b>	
Муравьева Е.А., Ефимова М.В. МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ АВТОКЛАВА В ПРОГРАММЕ ITNINK.....	129
Муравьева Е.А., Абдрафикова Ф.Ф., Газизова Г.И. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ БРОДИЛЬНОГО ОТДЕЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОГО РЕГУЛЯТОРА.....	136
<b>СИСТЕМЫ И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ ИНФОРМАЦИИ</b>	
Корнеев Н.В., Меркулов В.Д. МЕТОДОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ В ИНТЕГРИРОВАННЫХ СТРУКТУРАХ ТЭК.....	142
Казарин М.А., Липатников В.А. МЕТОД БИОМЕТРИЧЕСКОЙ АУТЕНТИФИКАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ «ГЛУБОКИХ» НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ.....	149
<b>СИСТЕМНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКАЯ КИБЕРНЕТИКА</b>	
Фаттахова Л.Ф. ОТСЛЕЖИВАНИЕ ДВИЖЕНИЙ ЧЕЛОВЕКА С ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ OPEN POSE.....	156

## ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ: КОНЦЕПЦИЯ, МЕТОДОЛОГИЯ, ТЕХНОЛОГИЯ

УДК 004:378.1+УДК 81

### ДИСТАНЦИОННЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ В КОНГНИТИВНОЙ ЛИНГВИСТИКЕ

#### DISTANCE EXPERIMENT IN COGNITIVE LINGUISTICS

Алексеева В.Н.,  
ФГБОУ ВО Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова,  
г. Ярославль, Российская Федерация

V.N. Alekseeva,  
FSBEI HPE “Yaroslavl State University named after P.G. Demidova”,  
Yaroslavl, Russian Federation

e-mail: aka\_vscorpio@mail.ru

**Аннотация.** В статье описана структура проведения дистанционного эксперимента в когнитивной лингвистике, условия для взаимодействия с удаленными пользователями и последовательность выполнения дистанционного эксперимента. Методика дистанционного эксперимента совместила в себе принципы ассоциативного эксперимента и свободных дефиниций (в свободной форме дать описание советизма или идеологема), а также метод глубокой интроспекции исследователя, восстанавливающего все цепочки реакций на советизм или идеологема в ответах испытуемых. Площадками для проведения эксперимента стали платформы ZOOM, Skype, Facebook (видео конференции и чаты). Чистоту эксперимента обеспечил тот факт, что в исследовании приняли участие 15 представителей Великобритании и 6 представителей США, возраст опрашиваемых составил 18-77 лет. Исследование показало, что в большинстве случаев иностранцы так или иначе испытывают затруднения при трактовке той или иной единицы советского периода. Это объясняется тем, что они опираются на личностную систему смыслов. Однако для того, чтобы облегчить понимание этих единиц, необходимо опираться на языковые значения. Их можно передать с помощью калькированных вариантов, заимствования, определения, аналога, родовидовой замены.

**Abstract.** The article describes the structure of a distance experiment in cognitive linguistics, conditions for remote users interaction and the sequence of distance experiment running. The method of remote experiment combines the principles of associative experiment and free definitions (to give a free description of sovietisms or ideologemes), as well as the method of deep introspection of the researcher, which restores all the chains of reactions to sovietisms or ideologemes in the responses of testees. The platforms for conducting the experiment were ZOOM, Skype, and Facebook (video conferences and chats). The purity of the experiment was ensured by the fact that 15 representatives of the UK and 6 representatives of the US took part in the study, the age of the respondents was 18-77 years. The study showed that in most cases, foreigners in one way or another have difficulties in interpreting a particular unit of the Soviet period. It is explained by the fact that they rely on a personal system of meanings. However, in order to facilitate the understanding of these units, it is necessary to rely

on the language values. They can be passed by using calculated variants, borrowings, definitions, analogs, and generic substitutions.

**Ключевые слова:** дистанционный эксперимент, ассоциации, советизмы, идеологемы, слова-стимулы.

**Keywords:** distance experiment, associations, sovietisms, ideologemes, stimulus words.

Эксперимент подразумевает «исследование явлений и процессов путём их воспроизведения, моделирования в искусственных или естественных условиях» [1].

Дистанционный эксперимент предполагает собой непосредственное удаленное участие пользователя в выполнении эксперимента и возможность наблюдения за его результатами.

Эксперименты применяются в лингвистике, которая непосредственно связана с проблемами коммуникации. И.А. Стернин приводит следующие примеры лингвистических экспериментальных методов:

- 1) Свободный ассоциативный эксперимент;
- 2) Направленный ассоциативный эксперимент;
- 3) Метод субъективной дефиниции;
- 4) Экспликативный эксперимент;
- 5) Методика описания чувственного образа, вызываемого словом;
- 6) Метод письменной рефлексии (минисочинений) по концепту;
- 7) Завершение экспериментальной фразы и т.д. [2, С. 25].

В данном исследовании использован свободный ассоциативный эксперимент, во время которого испытуемому предъявлялось слово-стимул и требовалось дать первые пришедшие на ум ассоциации [3]. В исследовании приняли участие 15 представителей Великобритании и 6 представителей США. Возраст опрашиваемых – от 18 до 77 лет, что в известной мере обеспечило чистоту эксперимента.

Методика эксперимента совмещает в себе принципы ассоциативного эксперимента и свободных дефиниций (в свободной форме дать описание советизма или идеологемы), а также метод глубокой интроспекции исследователя, восстанавливающего все цепочки реакций на советизм или идеологему в ответах испытуемых.

*Технология эксперимента:* испытуемым предъявляется несколько слов-стимулов, на которые они должны отреагировать с помощью определённого ряда ассоциаций.

*Площадки для проведения эксперимента:* платформы ZOOM, Skype, Facebook (видео конференции и чаты).

*Материал:* 20 советизмов и советских идеологем, переданных на английский язык англоязычными переводчиками.

*Инструкции:* каждому опрашиваемому необходимо было указать свой возраст, страну проживания, в двух-трёх предложениях указать факты, известные им о России, а также о положении дел в СССР в 1920-1930х гг.

Каждому респонденту предлагались следующие вопросы:

*“Master and Margarita” by M.A. Bulgakov Questionnaire*

1. How old are you?
2. What country and city do you live in?
3. What do you know about Russia? (2-3 sentences)
4. What do you know about USSR of 1920-1930ss? (2-3 sentences)
5. Have you read “Master and Margarita” by M.A. Bulgakov?

## 6. What do you associate these soviet units with?

*Free ticket hound; Proletarian; Kulak; Saboteur; Intelligentsia; White guard; Komsomol girl; Interventionists; Solovki; Kislovodsk; Radio station; Sobering-up cell; Drunk tank; Pyramidon; Pork-pie hat; A state bond; The tenants' association; Kerosene burner; Primus stove; Communal kitchen.*

В результате проведённого эксперимента оказалось возможным прийти к следующим выводам:

– При ответе на вопрос о том, какими сведениями о России они располагают, большинство (81%) ограничилось лишь поверхностными формулировками, которые можно практически выразить одной фразой «Russia is a great power with rich resources. Its president is Putin». 19% затруднились ответить на этот вопрос. Это доказывает, что иностранцы мало знают о ситуации, сложившейся в нашей стране, и основываются в своих суждениях и оценках на ряд стереотипных образов.

– Что же касается интересующего нас периода 1920-1930х гг., то здесь также наблюдается похожая ситуация. 95% дали общие ответы, смысл которых также можно сформулировать следующим образом «The USSR was controlled by Stalin, the most ruthless dictator. It was the hardest period for the country». 5% не смогли справиться с вопросом.

– Больше половины респондентов (62%) читали «Мастера и Маргариту», что в принципе является довольно приятной неожиданностью, так как даже не все носители русского языка могут этим похвастаться. 38% либо читали некоторые главы романа, либо что-то о нём слышали.

Вопрос, связанный с ассоциациями на те или иные советизмы и идеологемы, оказался самым интересным, так как он позволил выявить, хорошо ли иностранцы знакомы с нашей культурой или их знания ограничиваются ассоциативным рядом «водка, бабушка, валенки, белые медведи», а также насколько результативными являются средства номинации внешнекультурных единиц. Оказалось, что трудности при понимании возникают во многих случаях.

На основании ответов был составлен свой топ-лист самых замысловатых для иностранца советских единиц, начиная с самой сложной и заканчивая самой простой.

1 – *Free ticket hound* (контрамарочник). Лишь 2 человека из 21 смогли правильно сформулировать значение данного советизма. Само слово «контрамарка» произошло от двух французских слов: “contre” – добавочный и “marque” – значок. По своей сути контрамарка является пропуском, который вместо билета выдаёт администратор театра некоторым лицам. Обладатели контрамарки (*контрамарочники*), таким образом, получают право бесплатного посещения представления.

В основном респонденты затруднились ответить на вопрос, связанный со значением данной единицы, либо трактовали её, исходя из первого значения слова *hound* (*охотничья собака, борзая*), опустив при этом 2 важные составляющие советизма *free ticket*. Интересно, с чем же связана трудность восприятия данной единицы. Понятие *контрамарка* не чуждо англоязычной культуре. Его английское соответствие – *free pass*. Что же касается слова *контрамарочник*, то адекватный вариант для его передачи – это соответствие *paper*. В электронном словаре Мультитран предлагается следующий пример использования *paper* в интересующем нас значении: «мы не знаем, сколько вчера было *контрамарочников*, но театр был полон»: *перевод* “how much *paper* there was yesterday we do not know but the hall was full”. Поэтому, в данном случае некачественный перевод привёл к неправильной интерпретации идиокультуронима.

2 – *Sobering-up cell / Drunk tank* (вытрезвитель) был объединён в одну группу на основании их синонимичности. Известный в советское время советизм *вытрезвитель*,

понятен для носителей русского языка, но чужд для иностранцев, что подтверждается данными нашего исследования: *drunk tank* правильно интерпретировали 5% от общего числа опрошенных, *sobering-up cell* – 38% от общего числа.

3 – *White Guard* (белогвардеец). Примечательно, что в данном случае 62% респондентов ограничились общим ответом, а именно *army*, *Russian army*. Хотя переводчики и воспользовались прямым соответствием данной единицы, из проведённого опроса понятно, что иноязычным читателям она не совсем знакома. Кем же являлись белогвардейцы? Белое антибольшевистское движение, сформировавшееся в ходе Гражданской войны 1917-1923 гг., боролось за свержение советской власти. Её представители выступали за единую и неделимую Россию. Поэтому ответ «русская армия» не отражает истинную суть рассматриваемого советизма. Некоторые иностранцы, столкнувшись с данной единицей, вспоминали первый роман Булгакова «Белая гвардия», но, это, к сожалению, единицы. Поэтому «спасательным кругом», конечно, является переводческий комментарий, который мог бы пояснить особенность данной единицы.

4 – *Pork-pie hat* (шляпа пирожком). Ещё один советизм, в значении которого для носителей языка нет ничего необычного, чего не скажешь об иностранных читателях. Они в большинстве своём плохо осведомлены о значимости данной единицы в советской культуре. Предложенный вариант (дословно «свиной пирожок») привёл к следующим результатам: 67% испытуемых привели следующий ассоциативный ряд: *a specific hat, a hat of an unusual form*, что формально не противоречит действительности (хотя её форму едва ли можно назвать причудливой: поля средней длины, круглая тулья, вдавленный верх). Однако та самая «специфичность и необычность» не была подчёркнута. Шляпа пирожком не была просто одной из множества разновидностей шляп. Она была главным атрибутом советской интеллигенции. Дело в том, что после революции в Советском Союзе практически никто, кроме интеллигентов, не носил шляп. Вновь их стали носить как раз в 30-х годах, в основном представители новой элиты, к которой Берлиоз себя явно относил. Эти сведения также требуется отразить в комментарии.

5 – *Solovki* (Соловки). Название для Соловецких островов, расположенных в Белом море, в романе – разговорный вариант названия Соловецкого лагеря особого назначения (СЛОН). На территории бывшего монастыря располагался Соловецкий концентрационный лагерь, один из самых ранних и наиболее известных советских лагерей. Последние заключенные были погружены на баржу и утоплены в Белом море в 1959 году. В романе Булгаков упоминает данный советизм в споре Берлиоза и Бездомного. Однако среди иностранцев этот советизм не так хорошо известен. 29% опрошенных ответили, что не имеют ни малейшего представления о том, что это.

6 – *Kislovodsk* (Кисловодск). Свое название город получил благодаря изобилию источников знаменитой по всему миру лечебной углекислой воды «Нарзан». Кисловодск был излюбленным местом отдыха советских людей, однако стоит сделать оговорку: далеко не все советские люди могли себе позволить отдых в таком городе-курорте. Вот и в романе, эпизод в первой главе, когда Берлиоз думает о том, чтобы всё бросить и уехать в Кисловодск, даёт понять, что Берлиоз является человеком, по крайней мере, не нуждающимся в деньгах. Однако это понятно только для носителя русской культуры. Из нашего опроса следует, что 29% не знают, в какой связи упоминается этот город в романе. Остальные опрошенные просто отметили, что это один из русских городов, о чём нетрудно было догадаться и без романа.



7 – *Radio station* (радиотеатр). Одна из самых трудных единиц для иностранцев. Разберёмся в его значении. В СССР радиотрансляции театральных постановок, прежде всего оперных спектаклей Большого театра, начались ещё в 20-х годах, и датой рождения радиотеатра считается 25 декабря 1925 года, когда в студии Московского радио состоялась премьера первой советской радио пьесы – «Вечер у Марии Волконской»; хотя тот радиотеатр, который любили в СССР в 40-70-х годах, сформировался позже. В СССР радиотеатр использовался и для пропаганды. Данные опроса показали, что 29% не знают, что же это такое. А 71% респондентов ограничились общим ответом, который можно выразить таким образом: *a source of information*, что не отражает всей специфики этой единицы.

8 – *Primus stove* (примус). Данные нашего исследования показывают, что 29% иностранцев не понимают значения этого советизма, а остальные опять-таки ограничились довольно общим ответом: *popular in the USSR, stove, used for cooking*.

9 – *Pyramidon* (пирамидон). Пирамидон упоминается в английских словарях, как и «амидопирин». Но это средство, очевидно, мало знакомо англоязычному читателю, а аспирин знают все. 24% респондентов ответили, что не знакомы с данной единицей.

10 – *Kerosene burner* (керосинка) – бытовой нагревательный прибор для приготовления и разогревания пищи на открытом огне, работающий на керосине, по принципу действия аналогичен керосиновой лампе, чрезвычайно популярный в СССР. Редкая коммунальная кухня обходилась без керосинки. Иностранцы плохо осведомлены о данном советизме: 19% затруднились ответить на вопрос, с чем же они ассоциируют данную единицу, остальные опять-таки ограничились односложными ответами, не отражающими специфику этой важной советской единицы.

12 – *A state bond* (облигация). В целях финансирования отдельных мероприятий Советское правительство организовывало лотереи. Одним из видов таких лотерей был выпуск облигаций государственного займа, исполняющих роль ценных бумаг. Граждан «настойчиво просили» покупать государственные облигации на работе, так Мастер приобрел облигации в музее. Часто эти лотереи предусматривали розыгрыш значительной суммы денег. Так как в жилищах граждан было не много надежных мест, Мастер держал свою облигацию в корзине с грязным бельем.

Прямое соответствие в полной мере отражает исходный советизм. Хотя 19% опрошенных затруднились привести какие-либо ассоциации.

13 – *Kulak* (кулачок). Один из наиболее ярких советизмов, упоминавшийся нами выше. Он также нуждается в комментарии, так как согласно проведённому нами опросу 19% вообще впервые столкнулись с рассматриваемой единицей.

14 – *Saboteur* (вредитель). Прямое соответствие не противоречит данной идеологеме, тем не менее, опрос показал, что 19% не знают, что такое вредительство, а при более детальных расспросах иностранцев, стало ясно, что об истинном значении вредительства в СССР имеют представление лишь единицы, изучавшие этот вопрос более подробно.

15 – *Interventionists* (интервенты). В ранний советский период постоянно говорили о врагах революции и иностранных интервентах, пытающихся свергнуть молодое государство рабочих и крестьян. Данные единицы выражали неприятие, во-первых,

всего иностранного, во-вторых, тех людей, которые идут против политики правительства (их и называли врагами или интервентами). Данное неприятие выражалось весьма жестоко. Подтверждением тому служит один из плакатов советского времени: «Убей захватчика-врага». А на борьбу с иностранными интервентами поднимались так называемые народные мстители. В романе данные советизмы произносит Берлиоз, когда спрашивает у Воланда, а кто же именно его убьёт. Переводчики также воспользовались прямым соответствием, однако 19% респондентов затруднились привести ассоциации с данным советизмом.

16 – *Proletarian* (пролетарий). Надпись: «Пролетарии всех стран, соединяйтесь!» присутствовала на гербе СССР на языках всех союзных республик и на их гербах. У данной идеологемы есть прямое соответствие, которым переводчики и воспользовались. При этом 14% затруднились ответить на вопрос о значении слова.

17 – *Intelligentsia* (интеллигенция). 14% опрошенных затруднились написать свои ассоциации.

18 - *Komsomol girl* (комсомолка). На первый взгляд, эта идеологема довольно известна. Однако данные опроса говорят об обратном: 14% затруднились его прокомментировать.

19 - *The tenants' association* (домоуправление). Административный орган для управления жилым домом или группой жилых домов в городах играл важную роль в советские времена. Довольно распространённый советизм, который продолжает своё существование и в наши дни. Тем не менее, 14% опрошенных иностранцев испытали затруднения при понимании в силу того, что данное явление в их культуре отсутствует.

20 – *Communal kitchen* (общая, коммунальная кухня). Это, пожалуй, едва ли не самый известный и понятный для иностранцев советизм. Однако всё же 5% опрошенных затруднились написать свои ассоциации.

### **Выводы**

Исследование показало, что в большинстве случаев иностранцы так или иначе испытывают затруднения при трактовке той или иной единицы советского периода. Происходит это потому, что они опираются на личностную систему смыслов. Однако для того, чтобы облегчить понимание вышеупомянутых единиц, необходимо опираться на языковые значения, которые можно передать с помощью калькированных вариантов, заимствования, определения, аналога, родовидовой замены.

### **Литература**

1. Большая Российская энциклопедия: в 30 т. / Председатель Науч.-ред. совета Ю.С. Осипов. Отв. ред. С.Л. Кравец. Т. 19. Маниковский – Меотида. – М.: Большая Российская энциклопедия, 2012. – 767 с.
2. Стернин И.А. Практическая риторика: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений // И.А. Стернин. – 5-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 272 с.
3. Алексеева В.Н. Ассоциативное поле советизмов 1920-1930-х гг.: на материале англоязычных изданий романа «Мастер и Маргарита» М.А. Булгакова: диссертация кандидата филологических наук: 10.02.19 // Алексеева Виктория Николаевна –

Ярославль, 2016. – 170 с. [Электронный ресурс] Режим доступа [URL: <https://dlib.rsl.ru/01008747231>]

УДК 004.588

**ВНЕДРЕНИЕ 3D-ГРАФИКИ В УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС  
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ «ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА»**

**IMPLEMENTATION OF 3D-GRAPHS IN THE EDUCATIONAL PROCESS  
FOR THE DEVELOPMENT OF THE DISCIPLINE «PHYSICAL CULTURE»**

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

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

e-mail: als.sayfullina@yandex.ru

**Аннотация.** На сегодняшний день сложно представить образовательную деятельность без каких-либо программ, с помощью которых процесс обучения становится более интересным, познавательным, увлекательным, при этом существенно упрощаются процесс изучения материалов. Огромную роль в развитии подобных программных продуктов и внедрение их в учебный процесс сыграли информационные технологии. Для повышения эффективности усвоения учебного материала по физическому воспитанию в вузе необходима разработка и реализация анимированных интерактивных приложений, позволяющих визуализировать дидактический материал и делать его более наглядным. В статье рассматривается применение технологии трехмерного моделирования в образовании, а именно в физической культуре. Выполнена постановка задач для разработки и внедрения 3D-графики в учебный процесс по освоению дисциплины «Физическая культура». Приведен план разработки данной 3D-графики. Рассмотрены все необходимые инструментальные средства для создания 3D-моделей, а также подробно описаны этапы их изготовления. Поэтапно представлены процесс моделирования и анимации при разработке персонажей и второстепенного плана для обучающей программы по физической культуре. Также продемонстрирован алгоритм программирования и листинг программ для ходьбы и упражнения «приседание».

**Abstract.** Today it is difficult to imagine educational activities without any programs with which the learning process becomes more interesting, informative, fascinating, while the process of studying materials is greatly simplified. A huge role in the development of such software products and their introduction into the educational process was played by information technology. To increase the efficiency of mastering educational material on physical education at a university, the development and implementation of animated interactive applications are required to visualize didactic material and make it more visual. The article discusses the use of three-dimensional modelling technology in education, namely in physical education. The objectives are set for the development and implementation of 3D-graphics in the educational

process for the development of the discipline “Physical Culture”. The development plan of this 3D-graphics is given. All the necessary tools for creating 3D models are considered, and the stages of their manufacturing are described in detail. The process of modelling and animation is presented in stages during the development of characters and a secondary plan for a training program in physical education. The programming algorithm and listing of walking programs and the squat exercise are also demonstrated.

**Ключевые слова:** подготовка студентов, сдача контрольных нормативов, информационные технологии, 3D моделирование, контрольные нормативы, анимационное приложение, визуализация, занятия по физической культуре, физическое воспитание, графические технологии.

**Keywords:** student preparation, passing control standards, information technology, 3D modeling, control standards, animation application, visualization, physical education classes, physical education, graphic technologies.

*Актуальность.* Одним из основных критериев физического здоровья студентов являются показатели физической подготовленности. В связи с этим в высших учебных заведениях важной задачей является развитие двигательных способностей: кондиционных (силы, быстроты, гибкости, выносливости) и координационных. Для повышения этих возможностей организма необходимо совершенствование методических подходов и рационализации путей решения данной задачи.

Одним из способов решения этой задачи является оптимизация процесса проведения учебных занятий по физической культуре с применением методов графической анимации.

Включение 3d-графики в процесс физического воспитания, на наш взгляд, позволяет не только визуализировать и наглядно демонстрировать правильную технику выполнения упражнений, но и проводить более детальный анализ структуры обучаемого действия, а также способствовать развитию и совершенствованию двигательных способностей, и формированию двигательных компетенций у обучаемых не только очной формы, но и дистанционно, через виртуальную обучающую среду «Moodle».

К примеру, можно применять средства графических приложений при разработке методик процесса выполнения упражнений на сгибание и разгибание рук, поднимание туловища из положений «лежа на спине», выполнение прыжков, челночный бег и т.д., а также демонстрировать специфику работы аппарата мышечной системы, моделируя взаимоотношение между участками тела, обеспечивающих его положение и перемещение в пространстве, при этом выделяя группы мышц, участвующих в передаче движения и т.п.

Задачи, решаемые в процессе выполнения работы:

- рассмотреть среду разработки Unity и ее возможности;
- создать визуальное 3d приложение в конкретной программе;
- сделать выводы об эффективности использования данного графического программного обеспечения.

План разработки:

1. Размещение и настройка камеры;
2. Разработка места действия: размещение платформ и элементов заднего плана;
3. Написание сценариев сдвига фона относительно положения персонажа, для усиления эффекта движения;
4. Создание персонажа;

5. Написание сценариев передвижения: повороты руки персонажа за курсором и перемещение самого персонажа кнопками клавиатуры;

6. Главное меню: создание отдельной сцены, которая будет являться главным меню, из которого персонаж попадает в основную сцену;

7. Тестирование приложения, исправление ошибок.

Трехмерное моделирование представляет собой отдельный вид компьютерной графики, которая включает все необходимые инструменты и приемы, применяемые для построения объемной модели объекта (в трехмерном пространстве) [1].

Приложение Unity является профессиональным игровым движком, используемым в создании видеоигр для различных платформ.

Любой игровой движок предоставляет множество функциональных возможностей, которые задействуются в различных играх. Unity предлагает возможности моделирования различных физических сред, карты нормалей, преграждение окружающего света в экранном пространстве (Screen Space Ambient Occlusion, SSAO), создание динамических теней и многое другое. Подобным набором функциональных возможностей могут похвастаться различные игровые движки, но у Unity есть два основных преимущества перед другими передовыми инструментами разработки игр: чрезвычайно производительный визуальный рабочий процесс и мощная межплатформенная поддержка.

В данном случае под этим словосочетанием подразумеваются не только места развертывания, но и инструменты разработки. Найдется немного игровых движков, поддерживающих такое количество целевых платформ развертывания, и ни один из них не делает операцию развертывания на разных платформах настолько простой.

Unity поддерживает ряд языков программирования, в частности JavaScript и C#.

В процессе решения некоторых задач в Unity приходится пользоваться внешними инструментами [2]. Один из таких инструментов MonoDevelop (с технической точки зрения представляет собой отдельное приложение, хоть и входит в один пакет с Unity). Также при работе в операционных системах семейства Windows можно воспользоваться средой разработки Visual Studio и приложением с открытым исходным кодом Blender.

Приемы 3d-моделирования графического объекта включает в себя расчет размеров и параметров объекта, построение объемной формы объекта (без детализации), черчение «скелета», а также процессы наращивания, вырезания, выдавливания деталей объекта.

Для разработки и внедрения мультимедийного интерактивного приложения для проведения учебных занятий со студентами по физической культуре необходимо разработать модель персонажей и второстепенный план (спортивный зал).

Изготовление 3d-моделей осуществляется в несколько этапов:

1. Создание формы и построение геометрии модели объекта – это процесс моделирования геометрической формы предмета без учета его физических характеристик. На данном этапе используют такие приемы 3d-моделирования как: выдавливание, вращение, полигональное моделирование или модификаторы.

2. Текстурирование. Степень реалистичности модели будут непосредственно зависеть от выбранных материалов при наложении текстур на объект.

3. Настройка освещения и выбор точки наблюдения. Достаточно сложный этап разработки 3d-модели, от того насколько точно и грамотно выставлен свет, показатели яркости, глубины теней, резкости зависит напрямую степень реалистичности модели.

4. Рендеринг и 3d-визуализация – заключительный этап построения 3d-моделей, призванный детализировать настройки отображения трехмерной модели, а также добавить графические спецэффекты.

5. Постобработка полученных изображений 3d-модели – это добавление эстетичных визуальных эффектов, привлекающих внимание и вызывающее интерес пользователя.

Второстепенным планом для мультимедийного интерактивного приложения является спортивный зал или спорт площадка, для разработки необходимо проиллюстрировать сценарий проекта, по сути, представляющий собой придуманный перечень действий:

1. Разработка интерьера: создание пола, внешних и внутренних стен;
2. Размещение источников света и камеры.

Перечень действий для разработки второстепенного плана представлен на рисунке 1.

Проектирование начинается с создания персонажа и размещения их в сцене. Первыми будут статические объекты – пол и стены (или фон). Затем выберем место для источников света и камеры. Последним создается персонаж, который добавляется в сценарии, перемещающие его по сцене [3].

Прежде чем анимировать персонажи, их понадобится придумать и воплотить на бумаге и в виде компьютерной модели.

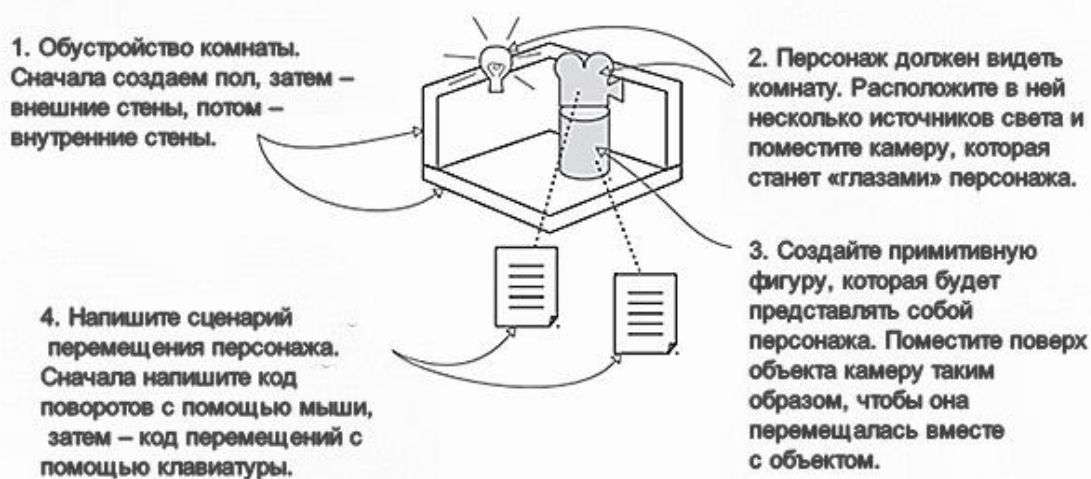


Рисунок 1. Перечень действий для разработки второстепенного плана

При разработке моделей существуют следующие этапы:

1. Концепция. Создание идеи и реализация ее в эскизах.

Качество эскизов не принципиально, важно только их наличие. Эскиз 3d-персонажа является ориентировочным планом. При наличии эскиза проще понять, как будут выглядеть 3d-персонажи, и увидеть цепочку действий, необходимых для их воплощения на практике. Отрисовка 3d-персонажа для мультимедийного интерактивного приложения представлена на рисунке 2.

2. Моделирование. Создание трехмерных объектов.

В большинстве программ 3d-графики, предпочтение отдается полигонам и NURBS (Non-uniform rational B-spline, что означает неоднородный рациональный B-сплайн). При этом полигональное моделирование стали использовать чаще.

На качество и четкость прорисовки 3d-персонажей влияет количество полигонов: чем больше, тем лучше. Принято выделять низкополигональные и высокополигональные разновидности.

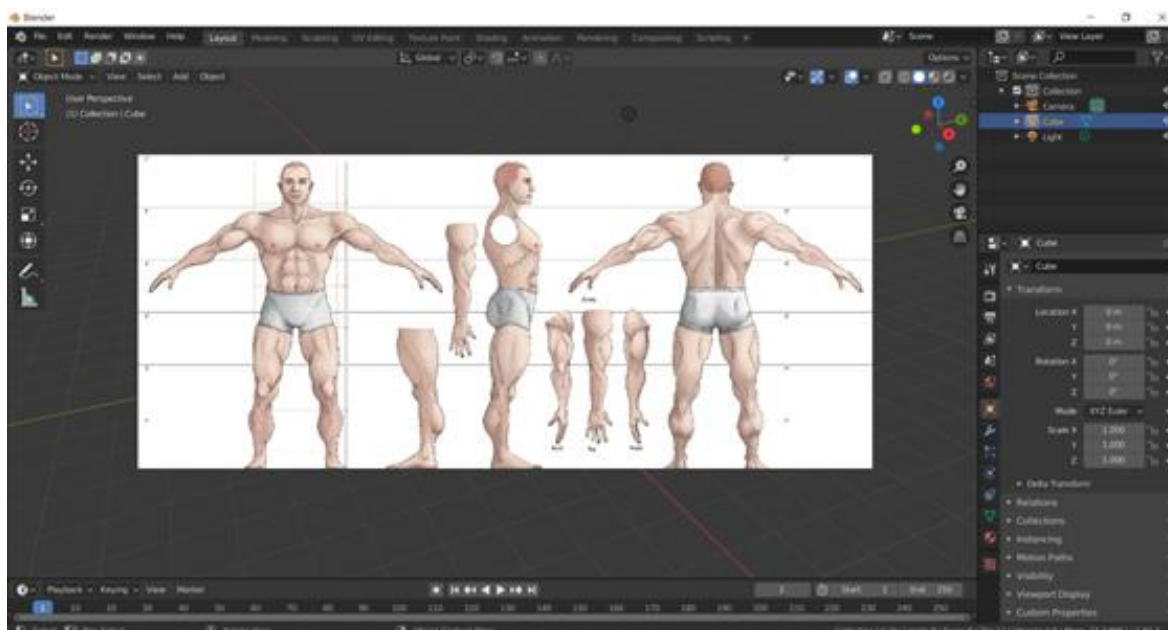


Рисунок 2. Отрисовка персонажа

В моделировании персонажей для киноиндустрии предпочтительнее высокополигональные модели, т.е. с большим количеством полигонов для оптимальной детализации. Процесс моделирования с использованием эскиза представлен на рисунке 3.

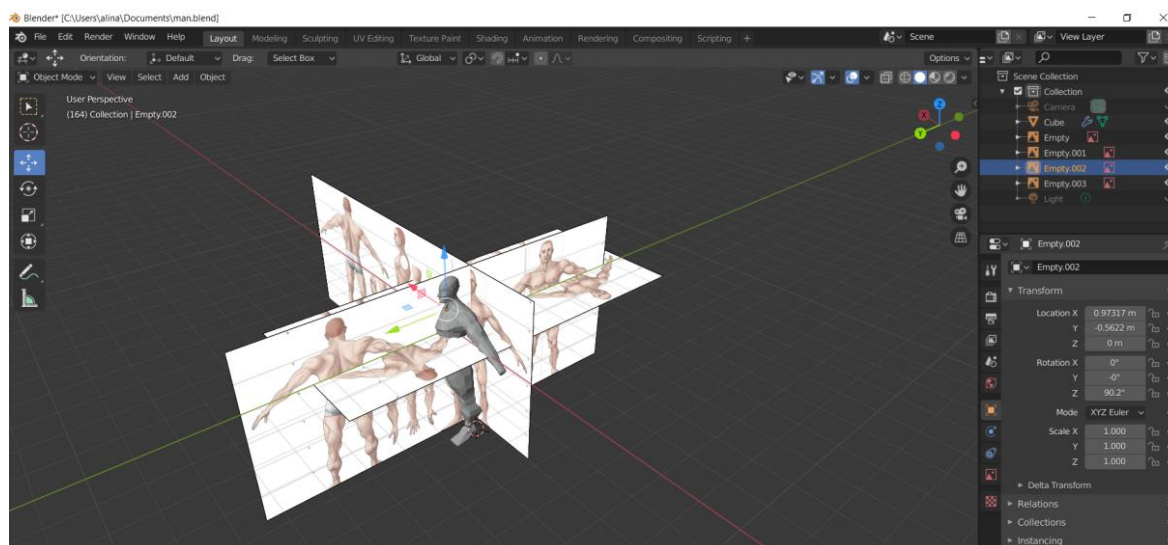


Рисунок 3. Этап моделирования 3d-персонажа

### 3. Текстурирование. Наложение текстур и материалов на 3d-модели.

При текстурировании 3d-моделист выбирает материалы и цвет для модели. При создании 3d-персонажа возникает необходимость в предварительной подготовке UV-развертки (текстурной развертки). Подобная развертка необходима для идеального и безошибочного наложения текстуры на модель. На этом этапе выполняется прорисовка текстур с их последующем привязкой к моделям 3d-персонажей.

Моделист готовит полноценный набор текстур, включающий: карту неровностей, карту рельефа, карту прозрачности, карту нормалей, карту бликов, цвет.

Результатом становится создание готового образа 3d-персонажа, где есть все, начиная от детально прорисованных волос на голове, до четко прочерченных морщинок на лице.

4. Риггинг. Создание виртуального «скелета», набора «костей», «сустав» для последующей анимации персонажа.

Речь идет о технологии компьютерной анимации 3d-персонажей, где объекты изображаются в двух вариантах: поверхностное представление (сетка/кожа) при создании 3d-персонажа, которое применяется для рисования символа, и иерархическая коллекция взаимосвязанных костей. С помощью последнего осуществляется анимация сетки.

Процесс риггинга представлен на рисунке 4.

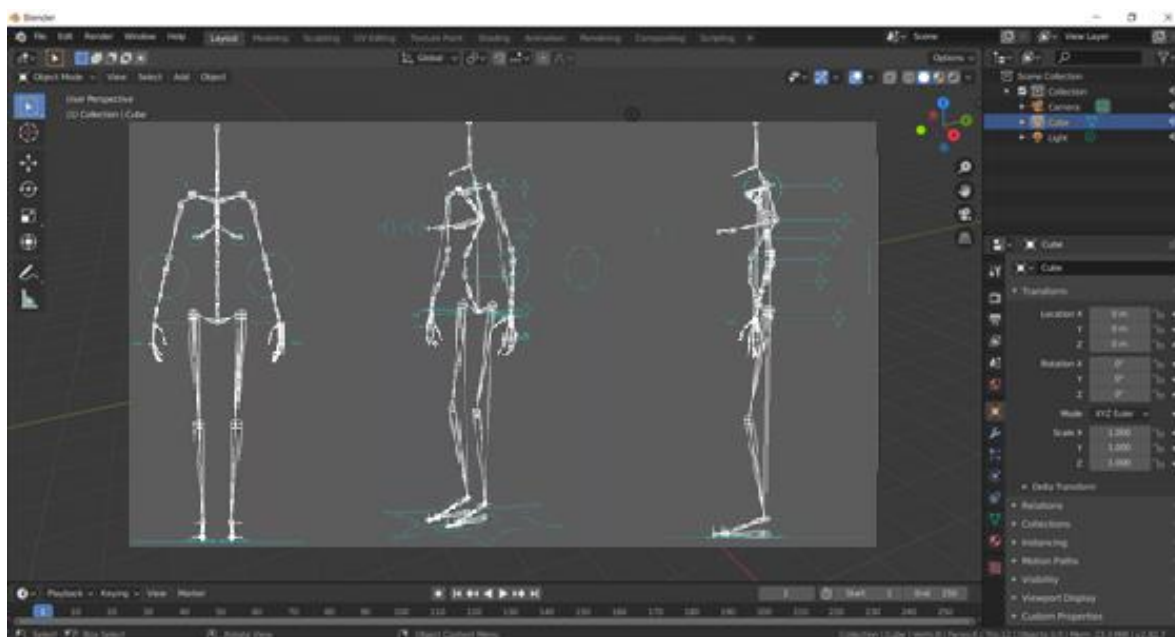


Рисунок 4. Риггинг. Создание виртуального «скелета»

5. Анимация. «Оживление» персонажа.

Анимация – это быстрое отображение цепочки статических картинок, отличающихся между собой незначительными деталями.

Основная цель на этом этапе состоит в достижении максимальной реалистичности движений 3d-персонажей.

Ниже представлен листинг анимации персонажа при ходьбе и при приседании (рисунки 5-7).

### Выводы

Физическая подготовка студентов не вполне соответствует уровню их готовности к сдаче нормативных требований [4], поэтому возникает необходимость не только дальнейшего совершенствования существующих форм и методов обучения, но и применения новых.

Для достижения этого необходима комплексная работа, и в том числе внедрение в учебный процесс по освоению дисциплины «Физическая культура» 3D-графических технологий, позволяющих совершенствовать процесс визуализации ряда методик выполнения физических упражнений и способствовать успешной сдаче студентами контрольных нормативов.



```

using UnityEngine;
using System.Collections;
public class Move : MonoBehaviour {
public GameObject player;
public int speedRotation = 3;
public int speed = 5;
public AnimationClip anima;
public int jumpSpeed = 50;

void Start () {
    player = (GameObject)this.gameObject;
    animation.AddClip(anima, "animCube"); }
void Update(){
    if (Input.GetKey(KeyCode.W) ||
    Input.GetKey(KeyCode.UpArrow)) {
        player.transform.position +=
        player.transform.forward * speed *
        Time.deltaTime;
        animation.CrossFade("animCube"); }
    if (Input.GetKey(KeyCode.S) ||
    Input.GetKey(KeyCode.DownArrow)) {
        player.transform.position -=
        player.transform.forward * speed *
        Time.deltaTime; }
    if (Input.GetKey(KeyCode.A) ||
    Input.GetKey(KeyCode.LeftArrow)) {
        player.transform.Rotate(Vector3.down *
        speedRotation); }
    if (Input.GetKey(KeyCode.D) ||
    Input.GetKey(KeyCode.RightArrow)) {
        player.transform.Rotate(Vector3.up *
        speedRotation); }
    if (Input.GetKeyDown(KeyCode.Space)) {
        player.transform.position +=
        player.transform.up * jumpSpeed *
        Time.deltaTime; } } }
    
```

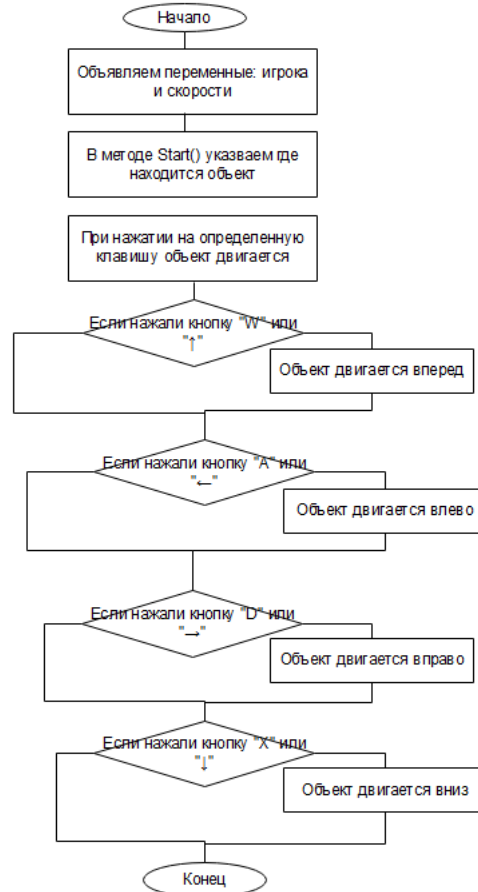


Рисунок 5. Алгоритм программирования ходьбы

Рисунок 6. Листинг анимации персонажа

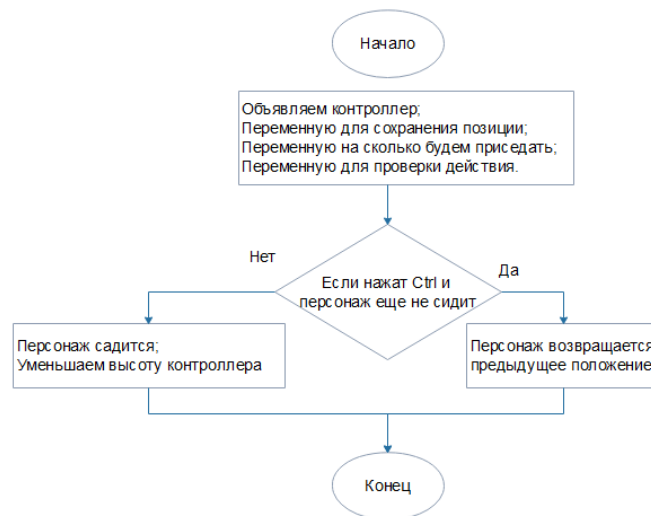


Рисунок 7. Алгоритм выполнения упражнения «Приседание»

### **Литература**

1. 3d моделирование и визуализация [Электронный ресурс]. – URL: <https://clck.ru/PTEqv> (Дата обращения 11.03.2020).
2. Хокинг Джозеф. Unity в действии. Мультиплатформенная разработка на C#. 2-ое межд. Изд. – СПб.: Питер. – 2019 – 352 с.
3. 3d моделирование [Электронный ресурс]. – URL: <https://clck.ru/G7Scy> (Дата обращения 11.03.2020).
4. Шарова О.Ю., Лазарев В.К., Черенцов А.В. и др. Физическая подготовленность, как фактор физического совершенствования студентов вуза в подготовке к сдаче нормативов ГТО. Уфа. Изд-во УГНТУ. 2019. С. 201-206.
5. Галин Д.И., Сайфуллина А.Р., Дмитриев В.Г. и др. Применение цифровых технологий в процессе физического воспитания студентов. Материалы VIII международной научно-методической конференции «Физическая культура и спорт в системе высшего и среднего профессионального образования». Уфа. Изд-во УГНТУ. 2020. С. 104-108.

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ, ОБРАЗОВАНИИ И ПРОИЗВОДСТВЕ

УДК 004.832

### ПРОВЕДЕНИЕ FMEA-АНАЛИЗА ПРОЦЕССА НЕФТЕДОБЫЧИ

### FMEA ANALYSIS OF THE OIL PRODUCTION PROCESS

Абдрафикова Ф.Ф., Муравьева Е.А., Шарипов М.И.,  
Уфимский государственный нефтяной технический университет,  
филиал в г. Стерлитамак, пр. Октября, 2, г. Стерлитамак, Республика Башкортостан,  
453118, Россия

F.F. Abdrafikova, E.A. Muravyova, M.I. Sharipov  
Ufa State Petroleum Technological University,  
Branch in the Sterlitamak, Oktyabrya Ave., 2, Sterlitamak, Republic of Bashkortostan,  
453118, Russia

e-mail: filuja-a@rambler.ru

**Аннотация.** В статье проведен FMEA-анализ процесса нефтедобычи. FMEA – это анализ видов и последствий отказов, выявление потенциальных отказов, которые могут существовать или возникать при разработке или протекании процесса. Данный анализ проводится по универсальному алгоритму:

1. подготовка экспертной группы;
2. изучение проекта;
3. составление списка потенциальных дефектов;
4. описание причин и последствий;
5. экспертные оценки;
6. разработка предложений и рекомендаций;
7. подведение итогов.

В ходе FMEA-анализа производитель получает следующую информацию:

1. перечень потенциальных дефектов и неисправностей;
2. анализ причин их возникновения, тяжести и последствий;
3. рекомендации по снижению рисков в порядке приоритетности;
4. общая оценка безопасности и надежности продукции и системы в целом.

Рассмотрена краткая характеристика процесса нефтедобычи и выделены наиболее критические этапы для данного процесса. Оценены и выявлены возможные угрозы, причины и последствия отказа, определены значения значимости потенциального отказа, вероятности возникновения и обнаружения отказа. На основе трех основных критериев определено приоритетное число рисков для каждого вида отказа. Разработаны предложения и рекомендации для предотвращения возникновения тяжелых последствий отказа, устранению и снижению рисков в порядке приоритетности.

**Abstract.** The article provides FMEA analysis of the oil production process. FMEA is an analysis of the types and consequences of failures, identifying potential failures that may exist or occur during the development or progress of the process. This analysis is performed using a universal algorithm:

1. preparing an expert group;
2. the study of the project;
3. creating a list of potential defects;
4. description of causes and consequences;
5. expert evaluation;
6. developing suggestions and recommendations;
7. summarizing.

During FMEA analysis, the manufacturer receives the following information:

1. list of potential defects and malfunctions;
2. analysis of their causes, severity, and consequences;
3. recommendations for reducing risks in order of priority;
4. general assessment of the safety and reliability of the product and the system as a

whole.

A brief description of the oil production process is considered and the most critical stages for this process are highlighted. Possible threats, causes and consequences of failure were assessed and identified the significance of potential failure, probability of occurrence and detection of failure were determined. Based on three main criteria, the priority number of risks for each type of failure is determined. Proposals and recommendations have been developed to prevent the occurrence of severe consequences of failure, eliminate and reduce risks in order of priority.

**Ключевые слова:** возникновение, значимость, нефтедобыча, обнаружение, отказ, ПЧР, FMEA-анализ.

**Keywords:** occurrence, severity, oil production, detection, failure, RPN, FMEA analysis.

При проведении технологического процесса нефтедобычи часто возникают отказы, которые негативно влияют на процесс в целом. Из-за этого появляются дополнительные значительные убытки, включающие в себя различные тесты, проверки. Обеспечение выявления потенциальных отказов, а также их предотвращение на всех стадиях – это одна из основных задач системы менеджмента качества. Выявить потенциальные отказы, дефекты, отклонения, угрозы, которые мешают протеканию процесса нефтедобычи, можно с помощью FMEA-анализа [1, С. 47].

FMEA-анализ – это метод, позволяющий организациям, производителю предвидеть отказы на этапе проектирования, построения, рассматривая все возможные сбои, возникающие в процессе протекания, проектирования или производства [2].

Каждый отказ оценивается по трем критериям.

1. Значимость потенциального отказа (S) (оценивается от 1 до 10, где 1 – очень низкая, 10 – катастрофическая).
2. Вероятность возникновения отказа (O) (оценивается от 1 до 10, где 1 – очень низкая, 10 – 100%-ная).
3. Вероятность обнаружения отказа (D) (оценивается от 1 до 10, где 1 – почти наверняка отказ будет обнаружен, 10 – почти невозможно обнаружить).

На основе этих оценок определяется приоритетное число рисков (ПЧР).

Приоритетное число рисков – это произведение значимости потенциального отказа, вероятности возникновения отказа и вероятности обнаружения отказа. Является количественной оценкой комплексного риска, но не может быть использовано в качестве единой оценки потенциальных рисков, так как одно и то же значение ПЧР может быть

получено в результате различных значений значимости, возникновения, обнаружения и имеющих кардинальные различия.

Чем выше ПЧР – тем опаснее нарушение и разрушительнее его последствия. В первую очередь необходимо устранить или снизить риск дефектов и неполадок, у которых данное значение превышает 100-125. От 40 до 100 баллов набирают нарушения, имеющие средний уровень угрозы, а ПЧР менее 40 говорит о том, что сбой незначительный, возникает редко и может быть без проблем обнаружен.

Нефтедобыча – процесс извлечения полезной жидкости из недр земли. Дебит – количество нефти, получаемой из скважины за сутки. Месторождения нефти можно разрабатывать с высоким забойным давлением, а можно с низким. Если забойное давление высокое, то депрессия низкая, дебит скважин маленький, и запасы на месторождении вырабатываются медленно. Если забойное давление низкое, то депрессия высокая, дебиты скважин большие, запасы вырабатываются быстро. Газожидкостная смесь с помощью погружных насосов поднимается на поверхность и по выкидным линиям направляется в АГЗУ, для определения количества добываемой продукции по каждой скважине [3, С. 333-335].

Выделим в рассматриваемом процессе три подпроцесса, выполнения которых наиболее сильно влияет на качество процесса добычи нефти в целом [4, С. 330-333]:

1. разработка нефтяных месторождений;
2. эксплуатация нефтяных скважин;
3. сбор продукции скважин и подготовка нефти.

Рассмотрим эти подпроцессы в виде этапов в таблице.

Таблица. FMEA-анализ процесса нефтедобычи

Этап процесса	Проявление отказа	Причина отказа	Последствие отказа	S	O	D	ПЧР	Решение проблемы
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Контроль оптимальных значений давления	Отклонение показаний от оптимальных значений	Изменение влияемых параметров	Уменьшение дебита нефтяного пласта	7	8	2	112	Внедрить искусственный интеллект
			Уменьшение срока эксплуатации нефтедобывающих пластов					
			Увеличение затрат на электроэнергию					
Контроль насосных установок	Обрыв штанг	В результате трения штанг и муфт о стенки труб при длительной работе в искривленных скважинах	Задержка и приостановление процесса	8	3	1	24	Произвести ремонт установок

Продолжение таблицы

Этап процесса	Проявление отказа	Причина отказа	Последствие отказа	S	O	D	ПЧР	Решение проблемы
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Контроль насосных установок	Износ труб, штанг и их муфт	Из-за наличия в продукции скважины пластовой минерализованной воды	Коррозия труб и штанг, ослабление их прочности	6	5	3	90	Замена оборудования установок
	Поломка штанг	Отложение парафина	Нарушается работа насоса	8	5	1	40	Произвести ремонт установок
			Утечка жидкости через зазоры					
Утилизация соленой воды	Нефть содержит различные соединения сероводорода	Из-за наличия в продукции скважины соленой воды	Высокая коррозионная агрессивность	7	8	1	56	Ввести химические ингибиторы коррозии
								Использовать специальные сплавы и трубы с цементным покрытием
	Скважина выдает избыточное количество соленой воды	Соленая вода губительна для растений и животных	8	7	1	56	Пробурить специальные скважины для утилизации соленой воды Установить вышки для капитального ремонта	

Результатом FMEA-анализа является таблица, в которой перечислены все этапы процесса, возможные виды отказов, их проявление, причины и последствия.

Видом отказа является описание того, что привело оборудование к отказу.

Последствием отказа может быть инцидент, его последствия или реакция системы на отказ.

FMEA – один из инструментов, который используется для обнаружения возможных отказов на самой ранней стадии технологического процесса.

Обнаружение сбоя на ранней стадии дает следующие преимущества [5, С. 335-338]:

1. высокая возможность проверки;
2. экономия времени;
3. различные варианты для снижения рисков;
4. применение более экономных вариантов решений, в сравнении с последующими этапами процесса.

## Выводы

Таким образом, эта методология эффективна в выявлении и исправлении отказов процессов на самом раннем этапе, что позволяет избежать тяжелые последствия низкого уровня технологического процесса [6, С. 328-243]. На последнем этапе FMEA-анализа были разработаны рекомендации о том, что следует сделать для предотвращения тяжелых последствий при рискованных случаях [7, С. 36-41]:

1. необходимо произвести ремонт установок, либо заменить оборудования, когда происходит износ труб, обрыв и поломка штанг;
2. необходимо ввести химические ингибиторы коррозии, либо использовать специальные сплавы, трубы с цементным покрытием, когда нефть содержит различное содержание сероводорода;
3. необходимо пробурить специальные скважины для утилизации соленой воды, либо установить вышки для капитального ремонта, когда скважина выдает избыточное количество соленой воды [8, С. 290-293];
4. необходимо внедрить искусственный интеллект, когда показания приборов отклоняются от оптимальных значений [9, С. 4-15].

Самый главный эффект от применения FMEA-анализа – это сокращение потерь, за счет предотвращения отказов, дефектов на ранних стадиях технологического процесса [10, С. 359-362].

## Литература

1. Солодков Е.И. Применение FMEA-анализа для улучшения процесса градуировки электронных весов // Методы менеджмента качества. 2004. №8. С. 47.
2. Muravyova E.A., Sharipov M.I., Kubryak A.I., Bondarev A.V., Galiaskarova G.R. Power consumption analysis of pump station control systems based on fuzzy controllers with discrete terms in Ithink software // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 2018. С. 22-72.
3. Муравьева Е.А., Смоилов Т.Н., Файзуллин С.Р. Анализ режимов работы автоклава в программе Ithink // В сборнике: малоотходные, ресурсосберегающие химические технологии и экологическая безопасность Сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции. 2018. С. 333-335.
4. Муравьева Е.А., Азанов А.Н., Файзуллин С.Р. Исследование систем управления насосных дожимных станций и оценка их энергопотребления в программе Ithink // В сборнике: малоотходные, ресурсосберегающие химические технологии и экологическая безопасность Сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции. 2018. С. 330-333.
5. Муравьева Е.А., Михайлова Ю.К. Регулирование уровня ёмкости дожимной насосной станции в программе Ithink // В сборнике: малоотходные, ресурсосберегающие химические технологии и экологическая безопасность Сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции. 2018. С. 335-338.
6. Муравьева Е.А., Еникеева Э.Р., Нургалиев Р.Р., Кубряк А.И. Разработка автоматической системы поддержания оптимального уровня жидкости с использованием поплавкового уровнемера на основе переменного резистора // В сборнике: Достижения, проблемы и перспективы развития нефтегазовой отрасли материалы Международной научно-практической конференции. Альметьевский государственный нефтяной институт. 2018. С. 238-243.
7. Муравьева Е.А., Радакина Д.С. Разработка алгоритма настройки адаптивного нечеткого регулятора с двойной базой правил // В сборнике: Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений (ITIDS'2018) Труды VI Всероссийской конференции (с приглашением зарубежных ученых). 2018. С. 36-41.

8. Кубряк А.И., Муравьева Е.А. Способ повышения эффективности многомерного четкого логического регулятора // В сборнике: Семьдесят первая всероссийская научно-техническая конференция студентов, магистрантов и аспирантов высших учебных заведений с международным участием Сборник материалов конференции. В 3-х частях. 2018. С. 290-293.

9. Ивановский В.Н. Одновременно-раздельная эксплуатация и «интеллектуализация» скважин: вчера, сегодня и завтра // Инженерная практика. 2010. С. 4-15.

10. Хакимов Р.А., Муравьева Е.А. Автоматизация нефтегазовой промышленности и экспертные системы. В сборнике: малоотходные, ресурсосберегающие химические технологии и экологическая безопасность Сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции. 2018. С. 359-362.

УДК 004:331.101.52

## **ЦИФРОВОЙ ФУНКЦИОНАЛ ИНЖЕНЕРА-ТЕХНОЛОГА В МАШИНОСТРОЕНИИ**

### **ENGINEER-TECHNOLOGY IN MECHANICAL ENGINEERING DIGITAL FUNCTIONAL**

<sup>1</sup>Зайцев А.В., <sup>2</sup>Спиридонов О.В.,

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет  
им. Н.Э. Баумана»,

<sup>2</sup>ФГБУ «ВНИИ труда» Минтруда России,  
г. Москва, Российская Федерация

A. V. Zaitsev<sup>1</sup>, O. V. Spiridonov<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>Bauman Moscow State Technical University (BMSTU),

<sup>2</sup>FSBI All-Russian Research Institute of Labor of the Ministry of Labor,  
Moscow, Russian Federation

e-mail: zaitsevaleksandr@mail.ru

**Аннотация.** Возрождение и развитие отечественного машиностроения требует существенного повышения эффективности и производительности инженерного труда. Качество выпускаемой продукции зависит не только от конструкторских решений, но во многом от правильно выполненной технологической подготовки производства. Цифровые технологии, ставшие уже абсолютной нормой в конструкторской работе, не в полной мере еще применяются в работе инженеров-технологов. Сократить сроки технологической подготовки производства, повысить качество принимаемых технологических решений может активное внедрение в производство автоматизированных систем поддержки жизненного цикла изделия. Такие системы могут быть использованы на всех этапах технологической подготовки производства: при отработке конструкции изделия на технологичность, при выборе заготовок, при разработке технологических процессов, при проектировании средств технологического оснащения, в контроле и управлении технологическими процессами. Помимо инженерных автоматизированных систем, существенное повышение производительности и качества труда инженера-технолога обеспечивают и



универсальные офисные компьютерные технологии. Владение цифровыми технологиями является обязательной характеристикой квалификации инженера-технолога современного машиностроительного предприятия. Соответствующие квалификационные требования должны найти свое отражение в профессиональном стандарте инженера-технолога и в федеральных государственных образовательных стандартах высшего образования по направлениям и специальностям машиностроительного профиля, в образовательных программах подготовки специалистов в образовательных учреждениях высшего образования.

**Abstract.** The revival and development of domestic engineering requires a significant increase in the efficiency and productivity of engineering labor. The quality of products depends not only on design decisions, but in many respects on correctly executed technological preparation of production. Digital technologies, which have already become the absolute norm in design work, are not yet fully applied in the work of process engineers. To reduce the time of technological preparation of production, improve the quality of technological decisions that can be made, the active introduction of automated systems for supporting the product life cycle into production. Such systems can be used at all stages of the technological preparation of production: during the development of the product design for manufacturability, during the selection of blanks, during the development of technological processes, during the design of technological equipment, in the control and management of technological processes. In addition to engineering automated systems, universal office computer technologies provide a significant increase in the productivity and quality of labor of a process engineer. Owning digital technology is a mandatory characteristic of the qualification of a process engineer in a modern machine-building enterprise. The relevant qualification requirements should be reflected in the professional standard of a process engineer and in the federal state educational standards of higher education in areas and specialties of a machine-building profile, in educational programs for the training of specialists in educational institutions of higher education.

**Ключевые слова:** машиностроение, технологическая подготовка производства, автоматизированные системы, цифровые технологии, профессиональные стандарты, образовательные стандарты.

**Keywords:** mechanical engineering, technological production preparation, automated systems, digital technologies, professional standards, educational standards.

Профессиональная деятельность инженера-технолога в машиностроении неразрывно связана с использованием цифровых технологий [1, С. 112-120].

В современном производстве невозможно представить специалиста, не владеющего всем арсеналом автоматизированных систем проектирования, подготовки производства, компьютерного моделирования, инженерных расчетов и многими другими.

Профессиональная деятельность инженера-технолога на машиностроительном предприятии заключается в решении основных задач технологической подготовки производства (ТПП) [2, С. 61-66].

Объем и глубина проработки задач, сложность объекта технологической подготовки производства определяются уровнем квалификации технолога. Но во всех случаях и на всех квалификационных уровнях для успешной работы требуется использование компьютерных технологий [3, С. 18-25].

Рассмотрим автоматизированные системы, которыми должен владеть инженер-технолог, чтобы эффективно решать поставленные задачи на различных этапах ТПП.

*Системы автоматизированного проектирования  
(CAD-системы)*

Не являясь профессиональным конструктором, инженер-технолог активно использует CAD-системы различных классов. Вся конструкторская документация, поступающая технологу, представляет собой, как минимум, чертежи, выполненные в CAD-системе. Все чаще технолог работает с электронной 3d-моделью изделия. Технолог должен выполнять различные действия с такой документацией: загрузка моделей, выноска размеров, просмотр технических требований. Эти действия выполняются на всех этапах ТПП. На этапе отработки конструкции изделия на технологичность свои предложения по изменению конструкции технолог оформляет в CAD-системах, выполняя при этом построение сечений, добавляя закругления и уклоны, внося изменения в технические требования и т.п. CAD-системы являются основным инструментом технолога при проектировании им технологической оснастки. CAD-система используется для моделирования конструктивных решений и структурно-компоновочных вариантов, выполнения чертежей и другой конструкторской документации.

*Системы инженерных расчётов, анализа и симуляции физических процессов  
(CAE-системы)*

CAE-система востребована инженером-технологом как мощный инструмент выполнения сложных расчетов при решении технологических и конструкторских задач на различных этапах ТПП. При разработке технологических процессов CAE-система используется, например, для построения расчетных схем и расчетов сил закрепления заготовок и деталей, для построения расчетных схем и расчетов погрешностей обработки и сборки. При проектировании технологической оснастки CAE-система используется для прочностных, жесткостных и точностных расчетов. CAE-система позволяет также моделировать физические явления, протекающие при реализации технологических процессов, что бывает необходимо при проектировании сложных технологических операций.

*Системы автоматизированной подготовки управляющих программ  
(CAM-системы)*

CAM-системы востребованы не всеми инженерами-технологами, а только теми, кто непосредственно разрабатывает управляющие программы для оборудования с числовым программным управлением. Зато для этих технологов уже стало немислимимым написание управляющих программ вручную. CAM-система обеспечивает импорт, редактирование или создание геометрической модели обрабатываемой детали, выбор режущего инструмента, построение траекторий перемещения рабочих органов станка, формирование текста управляющей программы для выбранной модели станка и системы ЧПУ. CAM-система может также выполнять моделирование и визуальный контроль обработки.

*Системы автоматизированной технологической подготовки производства  
(CAPP-системы)*

CAPP-система – основной инструмент инженера технолога на всех этапах ТПП. CAPP-системы используются для поиска типовых технологических процессов, технологических процессов-аналогов и их последующего редактирования, для разработки оригинальных маршрутных и операционных технологических процессов, для выбора технологических режимов, для нормирования технологических операций, для расчета норм расхода материалов, инструментов, энергии, для расчета припусков и

промежуточных размеров на обработку поверхностей, для оформления технологической документации и многих других задач.

*Системы управления данными об изделии  
(PDM-системы)*

Для инженера-технолога PDM-система является как источником необходимой инженерно-технической информации об изделии, так и мощным средством коммуникации с другими инженерно-техническими работниками на всех этапах ТПП. На этапе отработки конструкции изделия на технологичность PDM-система используется для согласования предложений по изменению конструкции изделий. На этапе выбора заготовок PDM-система используется для передачи технических заданий на проектирование исходных заготовок. На этапе проектирования технологических процессов PDM-система может быть использована для анализа технических требований к изделию, поиска типовых технологических процессов и технологических процессов-аналогов, разработки новых и редактирования существующих технологических процессов, выбора средств технологического оснащения и контроля, расчета режимов резания, норм времени и расхода материалов и решения других задач, вплоть до оформления технологической документации. Интеграция всех данных об изделии, включая технологические, позволяет создать цифровой макет изделия.

*Системы планирования ресурсов предприятия  
(ERP-системы)*

Такого рода системы пока функционируют далеко не на всех предприятиях. Но там, где они применяются, инженер-технолог имеет полный доступ в информации об имеющихся ресурсах предприятия: оборудование, инструмент, технологическая оснастка, кадровое обеспечение и др. Эта информация может использоваться на разных этапах ТПП, например, для выбора средств технологического оснащения при проектировании технологических процессов.

В распоряжении технолога информация о реальных результатах контроля продукции, причинах брака и т.д. Эта информация позволит повысить качество принимаемых технологических решений.

*Системы управления нормативно-справочной информацией  
(MDM-системы)*

MDM-система дает возможность инженеру-технологу отказаться от многочисленных инженерных справочников, как общего, так и, особенно, локального применения.

Постоянный доступ к актуальной информации позволяет выбирать средства технологического оснащения и контроля при проектировании технологических процессов, использовать принятые на предприятии методики расчета технологических режимов, норм времени и расхода материалов, отслеживать результаты реализации технологических процессов.

*Системы управления производственными процессами  
(MES-системы)*

MES-система позволяет инженеру-технологу получать и анализировать информацию о ходе реализации разработанных технологических процессов и результатах контроля, выявлять технологические проблемы в производстве. Такого рода информация востребована при проектировании новых технологических процессов и, особенно, при внесении изменений в ранее разработанные.

*Системы сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объектах (SCADA-системы)*

Обеспечивая контроль за технологическими процессами в реальном времени, SCADA-система дает инженеру-технологу необходимую информацию для анализа производственной ситуации и ходе реализации технологических процессов. Эта информация может быть использована для оптимизации принимаемых технологических решений на всех этапах ТПП, для выявления причин брака и внесения необходимых изменений в технологические процессы.

*Системы управления корпоративный контентом (ЕСМ-системы)*

Инженер-технолог использует ЕСМ-систему для решения нескольких задач.

Во-первых, это источник необходимой документации: конструкторская и технологическая документация, нормативно-техническая документация и т.п.

Во-вторых, ЕСМ-система позволяет технологу отправлять сообщения и документы для согласования с заинтересованными службами предприятия на всех этапах ТПП.

Наконец, сам технолог размещает в ЕСМ-системе разработанные им технологические документы для дальнейшего их использования в производстве продукции.

Инженеры-технологи являются не только пользователями перечисленных автоматизированных систем. Не менее важно участие технологов в обеспечении эффективной эксплуатации таких систем.

Инженеры-технологи формируют и поддерживают в актуальном состоянии базы данных средств технологического оснащения и контроля, конструкторско-технологических решений, нормативно-методической документации и другие, используемые в автоматизированных системах.

Высококвалифицированные технологи обеспечивают ведение баз знаний автоматизированных систем, разрабатывают технические задания на разработку новых компонентов, востребованных на предприятии.

Помимо общеинженерных автоматизированных систем, инженеру-технологу требуется также владение специализированными программными продуктами.

Например, специализированными программами выбора инструмента и калькуляторами режимов резания, предоставляемых фирмами-производителями металлорежущего инструмента.

К такого рода системам относятся также специализированные программные продукты для моделирования отдельных операций технологических процессов, расчета технологических режимов и т.п.

Наконец, не следует забывать, что инженер-технолог должен в полной мере владеть и офисными компьютерными технологиями.

Текстовые редакторы (процессоры) инженеры-технологи используют для создания и оформления многочисленных текстовых документов: письма, пояснительные записки, технические задания и др.

Электронные таблицы позволяют инженеру-технологу создавать таблицы, выполнять вычисления и обработку данных, в том числе, например, статистическую.

Системы управления базами данных дают возможность инженеру-технологу, при отсутствии общезаводских информационных систем, создавать собственные базы данных средств технологического оснащения и контроля, типовых операций и переходов, другой информации, необходимой в ТПП.

Персональные или корпоративные информационные менеджеры обеспечивают технологу планирование задач (заданий) для контроля за их самостоятельным или сторонним выполнением, планирование встреч и мероприятий, привязанных к определенной дате и времени, работать с электронной почтой, управлять контактами, вести дневник с записями.

Прикладные программы управления проектами позволяют формировать планы работ по ТПП, просматривать запланированные работы, контролировать сроки выполнения работ, определять назначенные ресурсы, очередность выполнения работ, подавать заявки на внесение изменений в очередность работ, отмечать выполнение работ, готовить отчеты о выполненных работах.

Браузеры для работы с глобальной компьютерной сетью Интернет предоставляют возможность инженеру-технологу при поиске необходимой информации обращаться к электронным библиотекам, государственным порталам нормативной документации, форумам профессиональных сообществ и другим сетевым ресурсам.

Почтовая программа (клиент электронной почты) используется инженером-технологом для решения технических и организационных вопросов ТПП с работниками других предприятий, а при отсутствии интрасети на данном предприятии, и с коллегами своей организации.

Видимо, нет смысла подробно рассматривать использование базовых компьютерных компетенций инженером-технологом в своей профессиональной деятельности.

Безусловно, все рабочие места технологов на современных предприятиях оснащены необходимой компьютерной техникой.

Естественно, все технологи работают с файловой системой, используют устройства печати и сканирования конструкторских и технологических документов.

### **Выводы**

1. Использование цифровых технологий частично стало и должно полностью стать нормой в профессиональной деятельности инженеров-технологов машиностроительных предприятий.
2. Владение цифровыми технологиями, как одна из характеристик квалификации инженера-технолога, должно найти свое отражение в документах, регламентирующих профессиональную деятельность, в частности, в профессиональных стандартах.
3. Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования и образовательные программы в области машиностроения должны разрабатываться с учетом необходимости овладения выпускниками цифровыми компетенциями, необходимыми им в дальнейшей профессиональной деятельности.

### **Литература**

1. Зайцева О.М., Спиридонов О.В. Цифровые компетенции в профессиональных стандартах машиностроительной отрасли // Социально-трудовые исследования. – 2019. – №3. – С. 112-120.
2. Кондаков А.И., Васильев А.С. Формализованная методика проектирования многоменклатурного производства / / Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Машиностроение. – 2018. – Т. 18. – №2. – С. 61-66.
3. Гунина И.А., Логунова И.В., Пестов В.Ю. Повышение эффективности использования человеческого капитала в условиях цифровой трансформации // Регион: системы, экономика, управление. – 2019. – №1. – С. 18-25.

УДК 004.042

**ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА  
ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ****BUILDING A SYSTEM FOR MONITORING  
PERFORMANCE INDICATORS**

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

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

e-mail: adelina.nagimova@mail.com

**Аннотация.** В данной статье рассматривается сравнительная характеристика предлагаемых готовых решений систем мониторинга показателей эффективности работы телекоммуникационных компаний. Внедряя данную систему, появляется возможность контролировать работу не только отдельного подразделения, в частности контакт-центра, но и компании в целом. Статистика, предоставляемая в режиме реального времени, позволяет предотвратить серьёзные падение показателей эффективности и составить прогноз на будущий месяц. Для анализа были рассмотрены четыре популярные закрытые системы: Klipfolio, Tableau, PowerBI, QlikSense, при сравнении которых, были выявлены сложности в эксплуатации, внедрение и сопровождение систем, влекущие за собой не только временные, но и финансовые затраты. Альтернативным способом решения вышеописанных проблем стало создание своей системы. Помимо основного функционала, разрабатываемая система позволит обеспечить безопасность к доступу данных, выполнять действия с дашбордами, выводить сводную статистику как в виде таблиц, так и при помощи карт Шухарта[1], добавить дополнительные инструменты и замотивировать специалиста на улучшение показателей, при помощи личного кабинета, который в графическом виде выводит всю необходимую информацию по его личным показателям.

**Abstract.** This article discusses the comparative characteristics of the proposed ready-made solutions for monitoring performance indicators of telecommunications companies. By implementing this system, it becomes possible to control the work of not only a separate Department, in particular the contact center, but also the company as a whole. Statistics provided in real-time mode can prevent serious drops in performance indicators and make a forecast for the next month. For analysis, four popular closed systems were considered: Klipfolio, Tableau, PowerBI, Qlik Sense, when comparing them, difficulties in operation, implementation and maintenance of systems were revealed, which entail not only time, but also financial costs. An alternative way to solve the above problems was to create your own system. In addition to the main functionality, the system being developed will allow you to ensure the security of data access, perform actions with dashboards, display summary statistics both in the form of tables and using Shuhart maps, add additional tools and motivate a specialist to improve indicators using a personal account that displays all the necessary information on his personal indicators in a graphical form.

**Ключевые слова:** система мониторинга показателей, контакт-центр, показатели, эффективность, дашборд, программные продукты.

**Keywords:** indicators monitoring system, contact center, indicators, efficiency, table, software products.

В связи с большим ростом конкуренций, у большинства крупных телекоммуникационных компаний не остаётся возможности снизить цены на свои услуги, поэтому многие стараются уделить большое внимание качеству обслуживания клиентов. И решить данную задачу возможно путём создания контакт-центра [2].

Главной задачей контакт-центра является не только обеспечение быстрого и качественного обслуживания, но и предоставление своевременных и качественных инфокоммуникационных услуг пользователям, сохраняя при этом высокий уровень культуры общения.

Добиться этого можно благодаря людским ресурсам и мощным программно-аппаратным средствам.

С их помощью можно выстроить не только систему для консультации клиентов, но и получать всю необходимую статистику о работе, позволяющие оценить работу контакт-центра.

Оценка работы представляется в виде показателей эффективности.

Для отображения информации по показателям эффективности используется дополнительное программное обеспечение, называемое системой мониторинга показателей.

Основная цель внедрения данной информационной системы заключается в получении всей необходимой информации в виде дашборда на рабочем столе, отображающая данные в режиме реального времени, и отчётов, помогающие в составление прогноза показателей на будущие месяцы.

Также, руководители контакт-центра и других подразделений могут получать своевременно информацию о нагрузке и предотвратить падение показателей эффективности.

Система мониторинга показателей контакт-центра обладает рядом преимуществ:

- снижение времени реагирования на изменения показателя – в случае возникновения очереди на контакт-центре, система позволит своевременно вывести информацию с характером обращения и городом;
- повышение лояльности клиента – уменьшение времени нахождения в очереди, достигаемое путем контроля нагрузки на линию, позволит не держать клиента длительное время в ожидании;
- отчеты в реальном времени – уменьшаются временные затраты на выгрузку и цифровизацию полученных данных;
- контроль продаж – в графическом виде представлены данные по продажам отдела телемаркетинга;
- контроль доступа к информации – разграничение прав доступа позволит уменьшить риски несанкционированного доступа к информации из базы данных;
- контроль аварий на сети – в случае проведения аварийно-восстановительных работ, информация сразу будет отображаться на карте и регион, испытывающий сложности в получении услуг, сразу будет заметно выделен.

На текущий момент рынок переполнен готовыми решениями в направлении мониторинга показателей эффективности контакт-центра.

Большинство крупных мировых телекоммуникационных компаний предпочитают использовать уже готовые решения, которые достаточно связать с CRM-системами и базами данных.

Среди популярных: Klipfolio, Tableau, PowerBI, QlikSense.

Описанные системы, представленные в таблице 1, хороши не только для контакт-центров телекоммуникационных компаний, но и для компаний, работающих в других направлениях.

После проведения сравнения технических характеристик и особенностей внедрения системы, были обнаружены следующие недостатки:

1. Для внедрения готового ПО, необходимо либо дополнительно нанимать специалиста, имеющий опыт работы с данным программным обеспечением, либо заказывать дополнительную техническую поддержку от поставщика, так как потребуется много времени для интеграции баз данных с готовой системой;

2. Готовые программные продукты используют свои языки программирования. В связи с этим, потребуется много времени для поиска специалиста на рынке труда, имеющего опыт работы с узкоспециализированным языком;

3. Так как речь идёт об анализе больших данных, системой мониторинга показателей использует большое количество пользователей, и если их более 100 человек, то приобретать готовое программное обеспечение, с лицензией на ограниченное количество устройств – экономически нецелесообразно, при наличии своего штата разработчиков;

4. При длительном использовании программного обеспечения может возникнуть ситуация, когда разработчики спустя время отказываются от поддержки, в связи с переходом на более совершенные версии программы и для обновления потребуются дополнительные вложения;

5. В случае отсутствия необходимого функционала или неверного вычисления определённого показателя, потребуются дополнительные как временные, так и денежные затраты на их доработку, что негативно скажется на ритме работы специалистов;

6. Цены на дополнительные функции варьируется не только от численности пользователей системы, но и от статуса компании, то есть региональный или федеральный оператор связи;

7. Для полноценного отображения дашборда, в некоторых видах систем мониторинга, необходимо, чтобы на всех устройствах была установлена последняя версия программного обеспечения, то есть в случае, если системные администраторы своевременно не произвели обновления, сотрудник останется без актуальной информации, что повлечет за собой снижение дисциплины у специалистов.

На основании анализа существующих готовых решений сформулирована концепция системы мониторинга показателей эффективности работы контакт-центра и принято решение ее реализации.

Применение в работе телекоммуникационных компаний систем мониторинга показателей эффективности контакт-центр позволяет:

– вывести полную статистику развития в направлении клиентоориентированности;

– получать общую информацию по текущим проблемам, возникающих у клиентов в ходе получения услуг;

– выступать в роли инструмента для выявления общих проблем в определённых процессах.

Также данный инструмент позволяет своевременно предотвратить появления проблем, влекущих за собой как финансовый, так и репутационные потери.



Таблица 1. Сравнительная характеристика готовых программных продуктов и существующей системы

	Klipfolio	Tableau	PowerBI	QlikSense
Язык запросов	JQL	PowerQuery	PowerQuery	SQL
Язык формул	Jira	DAX	DAX	SetAnalysis
Реляционные системы	MySQL, SQL Server, DB2	SQL Server, DB2, Oracle	SQL Server, Access, SQL Server Analysis Services, Oracle, DB2, IBM Informix, IBM Netezza, MySQL, PostgreSQL, Sybase, SAP HANA, Amazon Redshift, Impala, Google BigQuery, Vertica [1]	Azure SQL, Cloudera Impala, Google BigQuery, IBM DB2, Microsoft SQL Server, MongoDB (Beta), MySQL Enterprise, Oracle PostgreSQL, Presto, Sybase ASE, Teradata [4]
Создание дашборда	Осуществляется через WYSIWYG редактор	Отдельно создаются графики, отдельно дашборд	Есть возможность сразу разместить на листе графики, преобразовав сразу в дашборд	
Визуализация и разработка	Создается при помощи HTML и CSS	Обширный список возможностей, совместима со всеми стандартными базами данных, кроме 1С (Есть бесплатные коннекторы, кроме Qlik. Проблема решается путем выгрузки данных в промежуточную БД)		
Доступ к ПО	Специализированные инструменты для обеспечения безопасности данных и сети, доступ осуществляется через облачное хранилище			Доступ осуществляется через облачное хранилище, просмотр и чтение документов осуществляется через Qlik View
Стоимость лицензий	Пробный период – месяц, подписка- 24\$/месяц, для 10 пользователей, для 60 пользователей=399 \$	Для разработчиков: лицензия на 1 ПК=70\$, для обычных пользователей=15\$	От 5000\$	5 лицензий от 230000 рублей

В условиях сильной конкуренции на региональном рынке телекоммуникаций, где регулярно оказывается давление со стороны крупных федеральных и региональных операторов, каждому игроку на рынке необходимо оставаться гибким и регулярно проводить анализ качества предоставляемых услуг.

Для данной деятельности необходимо обрабатывать специфичные данные, связанные с конфиденциальностью и стратегией развития компании в целом.

Передача третьим лицам подобного рода информации может нанести крупный урон, в случае её утери.

Исходя из этого принципа, многие телекоммуникационные операторы предпочитают самостоятельно разрабатывать подобного рода системы.

Самостоятельная разработка системы мониторинга показателей позволит создать гибкую систему, обладающую следующими конкурентными преимуществами:

1. безопасность – все персональные данные сотрудников и конфиденциальная информация о технологиях и топологиях сети остаётся внутри компании;

2. гибкость – возможность изменить логику системы, в связи с новыми задачами;

3. экономичность:

- распределение задач между разработчиками компании, позволит сэкономить время, и денежные средства, нежели передать данную работу сторонним разработчикам;

- отсутствие лицензии позволит сэкономить средства на предоставление прав пользования данной системой специалистам компании;

4. масштабируемость – возможность доработки системы позволит связать как существующие, так и новые программные продукты.

Разрабатываемая система мониторинга показателей контакт-центра выглядит, как дашборд с показателями, отображающий данные в режиме реального времени, позволяющие руководителям своевременно отреагировать на любые изменения.

Помимо вывода данных, система также должна обладать следующим функционалом:

- 1) возможность создавать, редактировать, изменять дашборды;

- 2) создавать и отображать виджеты;

- 3) ограничение прав доступа;

- 4) выводить сводную статистику;

- 5) просмотр показателей специалиста контакт-центра.

Множество данных в таблице не дают адекватную оценку о ситуации на контакт-центре и для отображения удобнее всего использовать графики, чтобы понять, что тот или иной показатель вышел за пределы нормы.

Для удобства необходимо, чтобы у руководителей и у администраторов системы была возможность создавать или редактировать дашборд под необходимые критерии, имея при этом готовый список SQL-запросов для выгрузки значений показателей.

Помимо вывода информации о текущем состоянии загруженности линии, система мониторинга показателей контакт-центра должна обладать возможностью добавления и отображения виджетов, которая не потребует дополнительных каких-либо усилий в реализации, как финансовых, так и квалификационных.

Примером подобного функционала могут стать такие показатели, как АНТ и FCR за необходимый промежуток времени.

Для предотвращения вероятности утечки информации, необходимо ограничить доступ подключения к базам данных.

Одним из способов решения данной проблемы – разграничение прав доступа на действия с самой системой.

У каждого сотрудника будут определенные права на работу, для обеспечения полной безопасности.

Ниже в таблице 2 более подробно представлены возможности для работы с самой системой.

Таблица 1. Права доступа для пользователей системы

Действие / Группа	Просмотр	Создание		Редактирование		Удаление	
		Дашборд	Запрос	Дашборд	Запрос	Дашборд	Запрос
Специалист	+	–	–	–	–	–	–
Руководитель	+	+	–	+	–	+	–
Администратор	+	+	+	+	+	+	+

Регулярный контроль динамики изменений показателей способствует предотвращению падения показателей на критически низкий уровень.

Реализовать это возможно при помощи сводной статистики, отображающая все отклонения в показателях за выбранный интервал времени.

В качестве графического отображения, позволяющие четко разграничить минимальные и максимальные значения показателей, лучше всего использовать карты Шухарта [1], наглядно демонстрирующие все отклонения.

Имея в арсенале необходимые инструменты для графического отображения и выгрузке необходимых показателей, предполагается, что в разрабатываемой системе будет создан личный кабинет, в частности данный функционал реализуется для специалистов контакт-центра, который сможет самостоятельно контролировать свои показатели.

Данный функционал позволит стать мотивацией для специалистов, что так же положительно скажется как на его показателях, так и контакт-центра в целом.

### Выводы

Проанализировав технические характеристики и особенности готовых программных продуктов, принято решение о создании собственной системы мониторинга показателей работы контакт-центра.

Сформулированы основные требования для разработки к системам мониторинга показателей контакт-центра.

Написано техническое задание на разработку данной системы.

В настоящее время автор данной работы принимает активное участие в программной реализации системы.

### Литература

- ГОСТ Р 50779.42-99. Статистические методы. Контрольные карты Шухарта.
- Ефремова А. Для чего нужен контакт-центр, и как он может помочь бизнесу// «БДМ. Банки и деловой мир» – 2007. – №9.
- Что такое Power BI Desktop? [Электронный ресурс] URL: <https://clck.ru/PZPiW> (дата обращения: 25.12.2019)
- Загрузка данных из баз данных [Электронный ресурс] URL: <https://clck.ru/PZPju>

УДК 004:378.046.4

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ:  
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПЕДАГОГА  
С ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ  
И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ**

**INFORMATION TECHNOLOGIES IN EDUCATION:  
INTERACTION OF THE TEACHER  
WITH INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES  
AND IMPROVEMENT OF INFORMATION COMPETENCE**

Гребенюк М.В.,  
Государственный институт искусств и культуры Узбекистана,  
г. Ташкент, Республика Узбекистан

M.V. Grebenyuk,  
Uzbekistan state institute of art and culture,  
Tashkent, Republic of Uzbekistan

e-mail: martingrebenyuk@gmail.com

**Аннотация.** Современный этап развития общественных отношений характеризуется сильным воздействием на него информационно-компьютерных технологий (ИКТ). ИКТ присутствуют во всех сферах человеческой деятельности, и система образования не становится исключением. Применение современных информационно-компьютерных технологий в системе образования пробуждает интерес к новым знаниям, делает образовательный процесс интересным, актуальным, запоминающимся, стимулирует увлечение тем или иным предметом. Информационно-компьютерные технологии значительно облегчают и работу преподавателя, прежде всего, творческую, помогают раскрывать, совершенствовать и накапливать свою профессиональную компетентность. Целью статьи является выявление влияния процессов информатизации в сфере образования на изменение роли субъектов образования - обучаемых и обучающихся, а также на изменение способов формирования и совершенствования профессионального мастерства педагогов. Кроме того, на основе анализа и синтеза собранного материала, автору удалось выявить основные требования, предъявляемые выпускникам образовательных учреждений. Данные требования взяты за основу методики взаимодействия обучающего и обучаемого посредством информационных технологий для достижения наибольшего эффекта процесса образования. Также, рассмотрены некоторые вопросы, затрагивающие совершенствование информационной компетентности педагогов в эпоху появления и постоянного развития информационно-компьютерных технологий в образовательном процессе.

**Abstract.** The current stage of development of public relations is characterized by a strong impact on it of information and computer technologies (ICTs). ICTs are present in all spheres of human activity, and the education system is no exception. The use of modern information and computer technologies in the education system awakens interest in new knowledge, makes the educational process interesting, relevant, memorable, and stimulates interest in a particular subject. Information and computer technologies significantly facilitate

the work of the teacher, primarily creative, help to reveal, improve and accumulate their professional competence. The purpose of the article is to identify the impact of Informatization processes in the field of education on changing the role of educational subjects - students and teachers, as well as on changing the ways of forming and improving the professional skills of teachers. In addition, based on the analysis and synthesis of the collected material, the author was able to identify the main requirements for graduates of educational institutions. These requirements are taken as the basis for the method of interaction between the teacher and the student through information technology to achieve the greatest effect of the education process. Also, some issues affecting the improvement of information competence of teachers in the era of the emergence and constant development of information and computer technologies in the educational process are considered.

**Ключевые слова:** деятельность, информационно-коммуникационные технологии, образовательный процесс, обучение, общество, преподаватель, развитие, ресурсы.

**Keywords:** activities, development, educational process, information and communication technologies, resources, society, teacher, training.

Основной тенденцией современного образования является использование информационных и коммуникационных технологий в преподавании. Она вызвана потребностью глобальной информатизации и создания среды и экономики, основанной на знаниях, как товаре [1, с. 6]. Система образования сегодня направлена на воспитание человека готового к постоянному самообразованию и умеющего применять ИКТ в разных видах деятельности, следовательно, активного участника в создании и распространении новых знаний [2].

Современное общество выдвигает следующие требования к выпускникам школ, средних и высших учебных заведений [2]:

1. Усваивание общечеловеческих ценностей. На этой ступени должна проходить реализация информационных и коммуникативных технологий для осуществления личностного и профессионального роста в различных видах деятельности.

2. Повышается требование к творческому потенциалу человека, к умению применять его интеллектуальный багаж, особенно в наукоемких сферах.

3. Товар, который предлагает человек на рынке – компетентность, под которой понимается знания и опыт, необходимый для эффективной деятельности в заданной предметной области [1, с. 50]. Чем больше у человека знаний и опыта, тем более квалифицированным работником он является на рынке труда, следовательно, он более востребован и конкурентоспособен в жизни.

4. Современный человек, должен быть всегда готов к получению нового образования, необходимого ему для получения новых профессий. Данный процесс связан с изменяющимися ситуациями на рынке.

Появление данных требований связано с информатизацией общества. Информатизация общества – это глобальный социальный процесс, особенность которого состоит в том, что доминирующим видом деятельности в сфере общественного производства является сбор, накопление, обработка, хранение, передача, использование, продуцирование информации, осуществляемые на основе современных средств микропроцессорной и вычислительной техники, а также разнообразных средств информационного взаимодействия и обмена [1, с. 50]. Таким образом, появляются следующие тенденции в обществе:

- постоянно увеличивается интеллектуальный потенциал общества;

- происходит интеллектуализация трудовой деятельности;
- любой член общества имеет свободный доступ к информации;
- происходит визуализация информации.

Данные тенденции, способствуют ускорению научно-технического прогресса, интеллектуализации всех видов деятельности, созданию информационной среды, для развития творческого потенциала людей. На первое место в это время выходит Всемирная сеть Интернет, позволяющая расширить сферу информационных ресурсов. Для людей становятся доступными библиотеки, многие закрытые фонды, материалы ученых и политиков. Активное использование информации становится общественным и доступным продуктом. Происходит изменение в содержании «образовательного пространства». В качестве субъекта теперь выступает сотрудник образовательной организации, исполняющий должностные инструкции, которые предусматривают владение ИКТ-компетентностью, умения работать с перечнем ИКТ-средств. Качество профессиональной деятельности педагога зависит не только от оснащенности рабочего места, но и от его подготовки в сфере информационных технологий. Формируется определенный концепт статуса работника, определяющий уровень развития компетенций, и пути совершенствования их с помощью современных технологий. Поведение субъекта в «образовательном пространстве», рассматривается в трех направлениях: подготовка кадров, требования к содержанию и структуре материала, и методика использования учебно-методического и аппаратного обеспечения.

Развитие информатизации образования через социально-психологические основания, происходит на базе «виртуального мира» или «виртуальной реальности», который помогает реализовать:

- аудиовизуальный контакт (в перспективе сенсорный);
- наличие «открытых» онлайн-библиотек;
- реализация учебной деятельности в удаленном доступе или режиме онлайн;
- наличие инструментариев исследования, моделирования, проектирования и имитации;
- виртуальное управление информационной деятельностью и информационным взаимодействием.

Виртуальная реальность (мир) – это искусственно созданный мир, на основе компьютерных технологий [3, с. 5]. Через освоение виртуального мира происходит самоидентификация и самопредставление человека [4, с. 39]. Самоидентификация проявляется во время взаимодействия с другими партнерами, через виртуальную вселенную. Коммуникация появляющееся при этом обладает высокой степенью мотивации, демократизации (стирание границ в общении) и отсутствию психологических барьеров. Самопредставление индивида зависит от уровня информационного взаимодействия. Он сам выбирает с кем ему общаться по ту сторону экрана (другой человек, виртуальный партнер, информационный объект).

С педагогической точки зрения информатизация образования проходит через изменение роли учителя и учащихся. Вводятся понятия обучающий и обучаемые. Обучающий – источник информации, обладающий управленческими функциями. Роль учителя в этом случае смещается к роли куратора, а его главной функцией становится не передача готовых знаний, а решение творческих и организационных задач. Это требуется для создания интерактивной образовательной среды. Обучаемые, от потребителей готовой информации, становятся активными ее преобразователями. Они умеют не только находить и использовать нужные ресурсы, но и ставить самостоятельно цели, называть успехи и неудачи в достижении поставленных задач. На первое место начинает выходить не контроль учителя, а самоконтроль обучаемых, главным видом работы является самостоятельная работа.

Изменения в работе учителя и учеников, несут изменения и в работе с материалами на уроках. Происходит развитие цифровых образовательных ресурсов. Появляются электронные учебники, электронные приложения к учебникам (наличие аудио-, видео-, фотоматериалов, задания к ним, тесты, карты), образовательные порталы, справочники, энциклопедии, компьютерные игры, мобильные приложения. Новые технологии изменяют и структуру учебного материала, основанного на гипертекстовом предоставлении информации, что позволяет учащимся самостоятельно извлекать и применять знания.

С развитием учебного материала развивается и информационно-коммуникационная предметная среда. Под ней И.В. Роберт понимает «условия информационного взаимодействия, организованные в процессе обучения определенному предмету, между обучающимися, обучающим и предметами обучения» [4, с. 366]. Создание этой среды, обусловлено формированием безопасного педагогического взаимодействия учащихся со множеством информационных объектов, умением их использовать в исследовательской, проектной или творческой деятельности.

Технико-технологические основания развития информатизации образования, базируются на постоянных обновлениях платформ ИКТ – средств, что приводит к необходимости «дообучения» или переобучения педагогических кадров [4, с. 65]. Сегодня одним из важных показателей современной и передовой школы является наличие хорошей материально-технической базы и активное ее использование в образовательном процессе.

Развитие информационных технологий, электронных образовательных ресурсов определили необходимость совершенствования информационной компетентности учителей. Общество сегодня ощущает потребность в педагогах образованных, мобильных, готовых к непрерывному образованию и самообразованию, умеющих использовать современные средства информационно-коммуникационных технологий, электронные образовательные ресурсы не только в учебном процессе, но и обладающих навыками конструирования образовательных ресурсов.

В то же время, данные анкет по итогам курсов повышения квалификации показывают, что полученные во время обучения в вузе компетенции, способствующие эффективному использованию потенциала информационно-коммуникационных технологий и электронных образовательных ресурсов, требуют совершенствования. К тому же государственные образовательные стандарты требуют непрерывного повышения профессионального уровня в соответствии с современными тенденциями развития информационного общества.

Для адаптации учителя к вызовам изменяющегося современного информационного общества, необходимо обеспечение связи обучения с социальными и личными потребностями, преемственность между различными направлениями обучения и последующего самообразования, используя дифференцированный подход к образованию различных категорий педагогических работников, призвана система дополнительного профессионального образования. Таким образом, направление профессиональной подготовки, переподготовки и повышения квалификации учителей должна своевременно и эффективно отвечать потребностям времени и профессиональным запросам, что является необходимым условием работы учителя в современной ИОС [5].

Эффективность повышения квалификации работников образования необходимо рассматривать в «тесной связи с уровнем руководства и контроля учебно-воспитательным процессом, а также с содержанием и структурой самой системы повышения квалификации» [6]. По мнению автора, для эффективного применения ИКТ-технологий в профессиональной педагогической деятельности необходимо непрерывное

обучение учителей, «обучение через всю жизнь», которое может быть обеспечено введением в практику дополнительного профессионального образования дистанционных образовательных технологий. При этом следует отметить, что дистанционное обучение является одним из перспективных направлений для повышения квалификации учителей и совершенствования их информационной компетентности. Технологии дистанционного обучения расширяют и обновляют роль учителя, делая его координатором образовательного процесса, совершенствуя преподаваемые им предметы и повышая квалификацию в соответствии с требованиями информационной среды.

С точки зрения реализации повышения квалификации с применением информационных технологий, дистанционного обучения, электронных образовательных ресурсов необходимы эффективные организационные и педагогические решения, способствующие повышению качества образовательного процесса и совершенствующие информационную компетентность учителей. При этом можно выделить следующие уровни: базовый и предметно-ориентированный (профессиональный). Базовый уровень включает в себя владение базовыми умениями и навыками, необходимыми для знания основ компьютерной грамотности, а предметно-ориентированный уровень – умение эффективно использовать информационные технологии в образовательной деятельности.

### **Выводы**

Таким образом, можно сделать вывод, что ИКТ прочно входит в современную систему образования, а, следовательно, педагогам и ученым следует разрабатывать новые психо-педагогические, здоровьесберегающие технологии, в основе которых лежат ИКТ-средства. Дидактические средства ИКТ направлены на развитие творческого и интеллектуального потенциала учащихся. Создание информационно-коммуникационной предметной среды позволяет вывести современное образование на более высокий уровень, у обучающихся появляется больше мотивации к учебной деятельности, и формируются умения, связанные с применением современных информационных технологий в повседневной жизни.

### **Литература**

1. Роберт И.В., Панюкова С.В., Кузнецов А.А., Кравцова А.Ю. Информационные и коммуникационные технологии в образовании: учебно-методическое пособие / под ред. И.В. Роберта. – М.: Дрофа, 2008.
2. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (5-9 кл.) [Электронный ресурс] / Минобрнауки России [от 17 декабря 2010 г. №1897]. – Москва, 2010. – Режим доступа: <http://минобрнауки.рф/документы/938>
3. Толковый словарь терминов понятийного аппарата информатизации образования / составители И.В. Роберт, Т.А. Лавина. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012.
4. Роберт, И.В. Теория и методика информатизации образования: психолого-педагогический и технологический аспекты / И.В. Роберт – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014.
5. Александрова Н.В. Подготовка будущих учителей гуманитарных специальностей к применению и созданию электронных образовательных ресурсов: дис. канд. пед. наук: 13.00.02 / Александрова Наталья Владимировна. – Нижний Тагил, 2008. – 187 с.
6. Красильникова В.А. Информационные и коммуникационные технологии в образовании. – М.: «Дом Педагогики». 2006. – 232 с.



УДК 004.41

**СРАВНЕНИЕ АРХИТЕКТУР  
СИСТЕМ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА**

**COMPARISON OF ELECTRONIC DOCUMENT MANAGEMENT  
SYSTEM ARCHITECTURES**

Головина Е.Ю., Ермолаев Е.В.,  
Уфимский государственный нефтяной технический университет,  
филиал в г. Салават, ул. Губкина, 22б, г. Салават, Республика Башкортостан,  
453250, Россия

E.Y. Golovina, E.V. Ermolaev,  
Ufa State Petroleum Technological University, Branch in the Salavat,  
Gubkin Str., 22b, Salavat, Republic of Bashkortostan,  
453250, Russia

e-mail: evg.ermo2009@gmail.com

**Аннотация.** В настоящее время информационные системы играют важную роль в нашей жизни. При работе различных организаций, государственных, общественных структур возникают большие потоки информации для обработки и анализа которых затрачивается большое количество времени и требуется дополнительный штат сотрудников. Для облегчения данной работы используются системы электронного документооборота, которые направлены на ускорение получения нужной информации, так как комплекс работ с документами весьма энергоемкий процесс. С каждым годом число организаций, использующих системы электронного документооборота, увеличивается, растет количество автоматизированных рабочих мест. Данные системы электронного документооборота различаются по уровням архитектур на основании которых они построены. Каждый уровень архитектуры проанализирован на соответствие техническим требованиям, предъявляемым к информационным системам. К техническим характеристикам относятся: гибкость системы, её надёжность, эффективность и безопасность. Под гибкостью системы подразумевается способность подстраиваться под новые условия. Надёжность определяется способностью выполнять необходимые действия на протяжении определенного количества времени. Эффективность системы характеризуется её способностью выполнять поставленные задачи в заданных условиях. Под безопасностью системы подразумевается её способность обеспечивать конфиденциальность и целостность информации [1, 2].

**Abstract.** Currently, information systems play an important role in our lives. When working with various organizations, state and public structures, there are large flows of information that require a large amount of time and additional staff to process and analyze. To facilitate this work, electronic document management systems are used, which are aimed at speeding up the receipt of the necessary information, since the complex of work with documents is a very energy-intensive process. Every year, the number of organizations using electronic document management systems is increasing, and the number of automated workplaces is growing. These electronic document management systems differ in the levels of architecture on which they are built. Each level of architecture is analyzed for compliance with technical requirements for information systems. The technical characteristics include: flexibility of the

system, its reliability, efficiency and safety. System flexibility refers to the ability to adapt to new conditions. Reliability is determined by the ability to perform the necessary actions for a certain amount of time. The effectiveness of the system is characterized by its ability to perform tasks under specified conditions. System security refers to its ability to ensure the confidentiality and integrity of information.

**Ключевые слова:** информационные системы, системы электронного документооборота, архитектура систем, технические требования, надежность, гибкость, эффективность.

**Keywords:** information systems, electronic document management systems, system architecture, technical requirements, reliability, flexibility, efficiency.

Информационные системы играют важную роль в нашей жизни. В данный момент сложно представить современное предприятие, не использующее их в своей деятельности, так как от этого зависит на сколько предприятие будет эффективно и сможет удовлетворить непрерывный рост ожиданий и требований со стороны потребителей и заказчиков. Область применения информационных систем на промышленном предприятии очень широка, они используются для обеспечения безопасности, управления персоналом, а также для организации электронного документооборота [3].

Информационная система электронного документооборота позволяет создавать электронные документы, управлять доступом к ним и осуществлять работу с данными документами.

По данным интернет-портала audit-it, количество документов, передаваемых через системы электронного, с каждым годом растет (рисунок 1).



Рисунок 1. Количество документов, передаваемых через системы электронного документооборота

В настоящее время существует большое количество систем электронного документооборота, которые имеют различные архитектуры, классификация которых делится на четыре уровня (рисунок 2a, b, c, d).

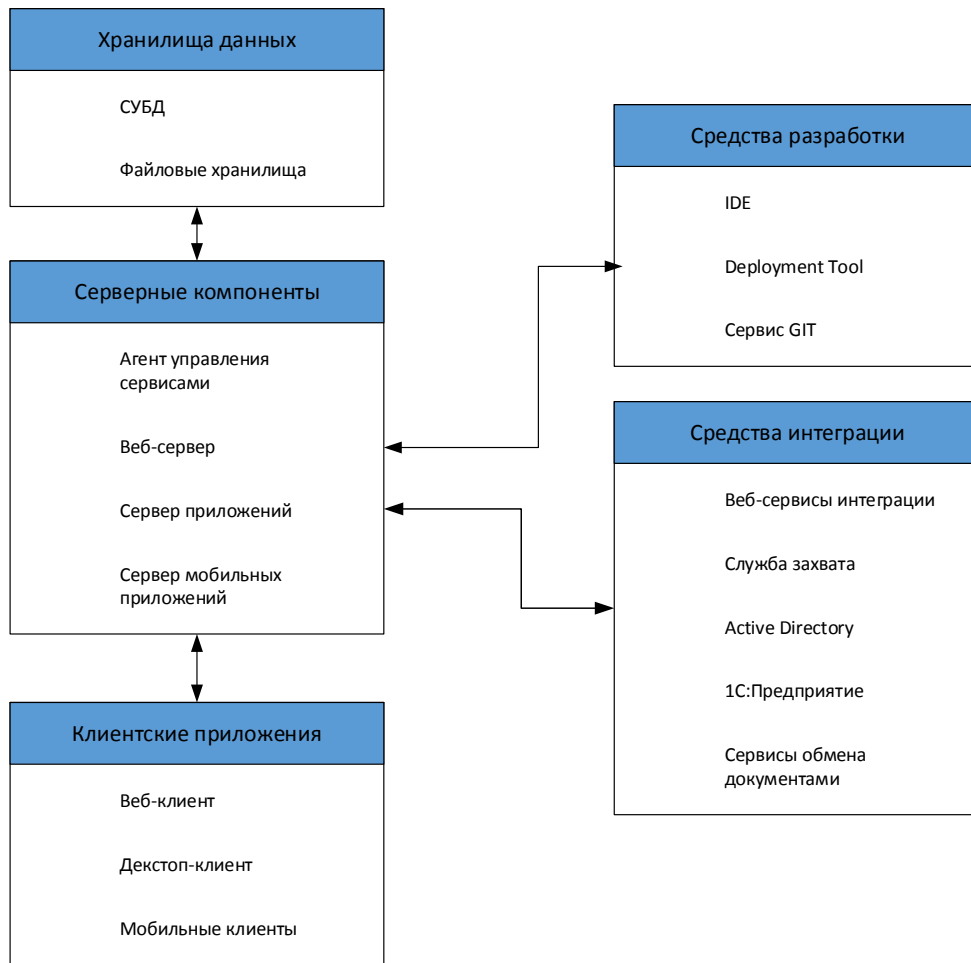


Рисунок 2а. Архитектура первого уровня

Архитектура первого уровня используется в системах электронного документооборота таким как «Directum RX» и «Visary».

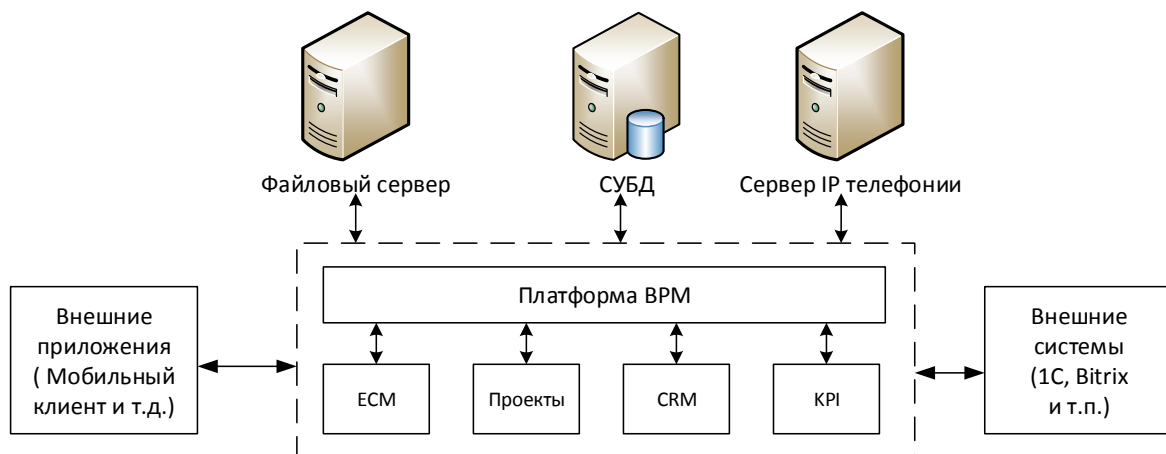


Рисунок 2б. Архитектура второго уровня

Архитектуре второго уровня используется в таких системах электронного документооборота как «1С: Документооборот» и «ELMA ECM».

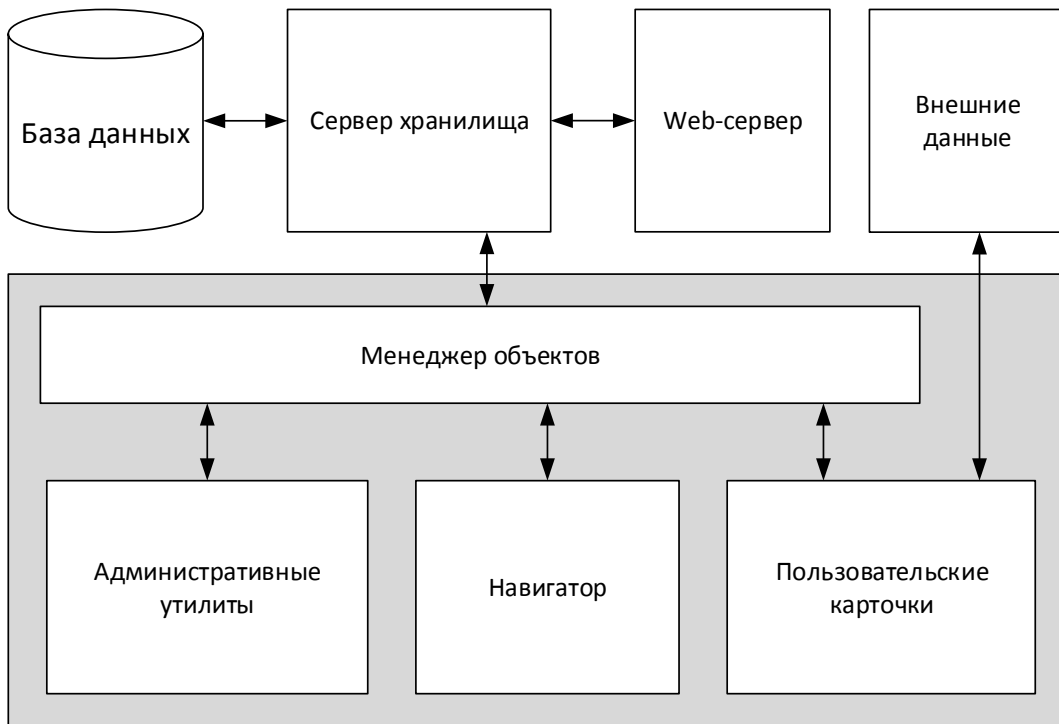


Рисунок 2с. Архитектура третьего уровня

Архитектура третьего уровня используется в таких системах электронного документооборота как «Docsvision 5» и «Тезис».

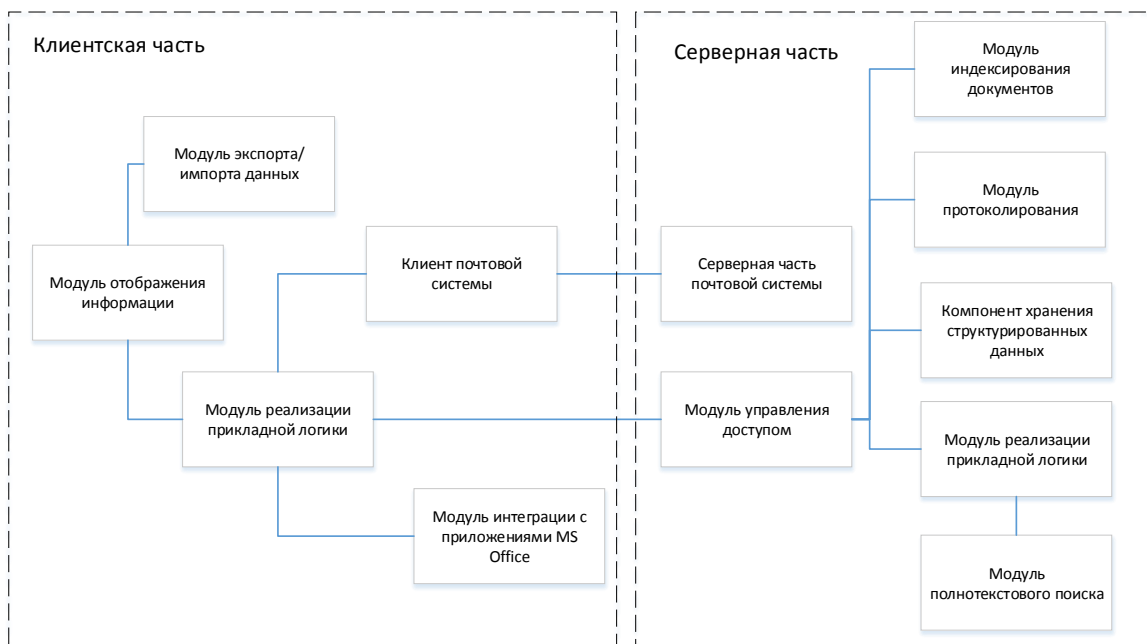


Рисунок 2d. Архитектура четвертого уровня

Архитектура четвертого уровня используется в системе электронного документооборота «Дело».

Заметим, что каждый из уровней архитектуры имеет соответствие техническим требованиям, предъявляемым к системам. К техническим характеристикам относятся: гибкость, надёжность, эффективность и безопасность системы. Сравнение уровней архитектуры на соответствие техническим требованиям представлены в таблице.

Таблица. Сравнение уровней архитектуры на соответствие техническим требованиям

	Первый уровень	Второй уровень	Третий уровень	Четвертый уровень
Гибкость	Соответствует	Соответствует	Соответствует	Соответствует не в полной мере
Надежность	Соответствует	Соответствует не в полной мере	Соответствует	Соответствует
Эффективность	Соответствует не в полной мере	Соответствует	Соответствует	Соответствует
Безопасность	Соответствует	Соответствует не в полной мере	Соответствует	Соответствует

На основании анализа таблицы 2 можно заметить, что наиболее соответствующей техническим требованиям является архитектура третьего уровня и для внедрения на промышленное предприятие будет выбрана система, построенная на данной архитектуре [4].

Внедрение на промышленное предприятие проходит в семь этапов.

Первым этапом внедрения системы электронного документооборота на промышленном предприятии является выявления проблем существующего на предприятии документооборота, постановка целей и задач для его внедрения.

Вторым этапом внедрения является исследование особенностей документооборота на данном предприятии, для этого необходимо:

- провести ревизию документов;
- проанализировать маршруты движения документов по предприятию;
- проанализировать процедуры регистрации документации;
- изучить процессы работы с документацией;
- изучить процессы передачи документов в архив.

Третьим этапом внедрения является разработка проекта электронного документооборота. На данном этапе описываются новые маршруты движения электронных документов, порядок и очередность работы с ними. Предусмотрена возможность параллельного рассмотрения и совместной работы с документом для всех ответственных лиц. На этапе разработки системы документооборота предприятия необходимо также определиться с правами доступа сотрудников к корпоративным данным [5].

Четвертым этапом внедрения системы электронного документооборота на предприятии является ее развертывание. Система электронного документооборота разворачивается на сервере промышленного предприятия, на персональных компьютерах настраиваются пользовательские интерфейсы, разграничиваются права доступа к документам в соответствии с должностными обязанностями сотрудников.

Пятым этапом внедрения является обучение персонала работе с системой, и разработка руководств для пользователей и документов нормативно-распорядительного характера.

Шестым этапом внедрения является тестирование системы пользователями и выявления ошибок в ее работе.

Седьмым этапом внедрения системы электронного документооборота является исправление ошибок, найденных в результате тестирования.

### **Выводы**

Таким образом по наиболее устойчивой архитектуре уровня 3 можно применить такие этапы внедрения как: первый, второй, третий и четвертый.

**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. Ахметгареев А.Ф., Головина Е.Ю. Использование ВРМ-системы для управления кадровым резервом // Информационные технологии. Проблемы и решения, Уфа: Изд-во УГНТУ. 2019, с. 88.
3. Головина Е.Ю., Ахметгареев А.Ф. Автоматизация формирования кадрового резерва // Наука. Технология. Производство – 2019: материалы Международной научно-технической конференции, посвященной 100-летию Республики Башкортостан. Уфа: Изд-во УГНТУ, 2019. – 310 с.
4. Головина Е.Ю., Батршина З.Р. Автоматизированная система рейтинговой оценки преподавателей кафедры // 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.
5. Головина Е.Ю., Васильев И.С. «Программы-вымогатели» как основная угроза информационной безопасности предприятия // Материалы конференций ГНИИ «Нацразвитие». Август 2018. Сборник избранных статей. 2018. С. 107-109.

УДК 004

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ РАЗРАБАТЫВАЕМОГО МОДУЛЯ  
«АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА  
И ПРОФЗАБОЛЕВАНИЙ В НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»****DESIGNING DATABASES FOR THE DEVELOPED MODULE  
“ANALYSIS OF INDICATORS OF INDUSTRIAL INJURY  
AND PROFESSIONAL DISEASES IN THE OIL INDUSTRY”**

Николаева А.А., Головина Е.Ю.,  
Уфимский государственный нефтяной технический университет,  
филиал в г. Салават, ул. Губкина, 22б, г. Салават, Республика Башкортостан,  
453250, Россия

A.A. Nikolaeva, E.U. Golovina,  
Ufa State Petroleum Technological University, Branch in the Salavat,  
Gubkin Str., 22b, Salavat, Republic of Bashkortostan,  
453250, Russia

e-mail: kotova\_stasya@inbox.ru

**Аннотация.** Нефтяные предприятия являются опасными производственными объектами, на которых происходят несчастные случаи, а вредные факторы, такие как вибрация и шум, на таком производстве могут вызвать последствия для человеческого организма в виде профессиональных заболеваний. Анализ производственного травматизма и профзаболеваний проводят для установления закономерностей, которые

вызвали появление несчастных случаев и заболеваний. На сегодняшний день анализ производственного травматизма выполняется без использования программных решений, то есть собирается вся статистика, высчитываются дни нетрудоспособности по каждому случаю, все расчеты проводятся сотрудниками отдела охраны труда, что занимает большое количество времени, а также в расчетах велик риск ошибок и недочетов. Чтобы устранить данные проблемы предлагается применить информационные технологии как инструмент в области охраны труда, то есть создать программное решение, обладающее функционалом для проведения анализа производственного травматизма и профзаболеваний на персональном компьютере с электронными вычислениями. Планируется создать модуль в информационной системе 1С, в котором будут фиксироваться несчастные случаи и возникновение профессиональных заболеваний. Также будет проводиться анализ травматизма и профзаболеваний статистическим методом. В модуле будет реализована функция подсчета индивидуального риска на каждом рабочем месте для каждого сотрудника. Для модуля необходимо создать базу данных для хранения всех необходимой для его работы информации. При создании базы данных этап ее проектирования очень важен потому как невозможно создать базу данных без подробного ее описания. Процесс проектирования БД представляет собой процесс переходов от неформального словесного описания информационной структуры предметной области к формализованному описанию объектов предметной области в терминах некоторой модели. Конечной целью проектирования является построение конкретной БД.

**Abstract.** Oil companies are dangerous production facilities where accidents occur, and harmful factors such as vibration and noise in such production can cause consequences for the human body in the form of occupational diseases. Analysis of industrial injuries and occupational diseases is carried out to establish the patterns that caused the occurrence of accidents and diseases. Today, the analysis of industrial injuries is performed without the use of software solutions, that is, all statistics are collected, disability days are calculated for each case, all calculations are performed by employees of the labor protection Department, which takes a lot of time, and the risk of errors and omissions is high in the calculations. To eliminate these problems, it is proposed to use information technology as a tool in the field of labor protection, that is, to create a software solution that has the functionality to analyze industrial injuries and occupational diseases on a personal computer with electronic calculations. It is planned to create a module in the 1C information system, which will record accidents and the occurrence of occupational diseases. There will also be a statistical analysis of injuries and occupational diseases. The module will implement a function for calculating individual risk at each workplace for each employee. For the module, you need to create a database to store all the necessary information for its operation. When creating a database, the design stage is very important because it is impossible to create a database without a detailed description of it. The DB design process is a process of transition from an informal verbal description of the information structure of the domain to a formalized description of objects in the domain in terms of a certain model. The ultimate goal of design is to build a specific database.

**Ключевые слова:** травма, профзаболевание, охрана труда, база данных, модуль, инфологическая модель, даталогическая модель.

**Keywords:** trauma, occupational disease, labor protection, database, module, main window, workplace.

Основные этапы проектирования баз данных включают: концептуальное (инфологическое) проектирование, логическое (дatalogическое) проектирование, физическое проектирование.

В данной статье будут рассмотрены первые два этапа.

Инфологическое проектирование – частично формализованное описание объектов предметной области в терминах некоторой семантической модели.

Дatalogическое проектирование есть описание БД в терминах принятой дatalogической модели данных.

В реляционных БД дatalogическое или логическое проектирование приводит к разработке схемы БД, т.е. совокупности схем отношений, которые моделируют объекты предметной области и семантические связи между объектами.

Основой анализа корректности схемы являются функциональные зависимости между атрибутами БД.

Для построения инфологической модели были выделены следующие сущности:

- структурные подразделения;
- должности;
- сотрудники;
- виды профзаболеваний и травматизма;
- листы нетрудоспособности;
- специалисты по охране труда;
- инструкции;
- вводный инструктаж;
- выдача инструкций;
- проверка знаний.

На рисунке 1 приведена диаграмма инфологической модели данных. Определены типы связей между сущностями.

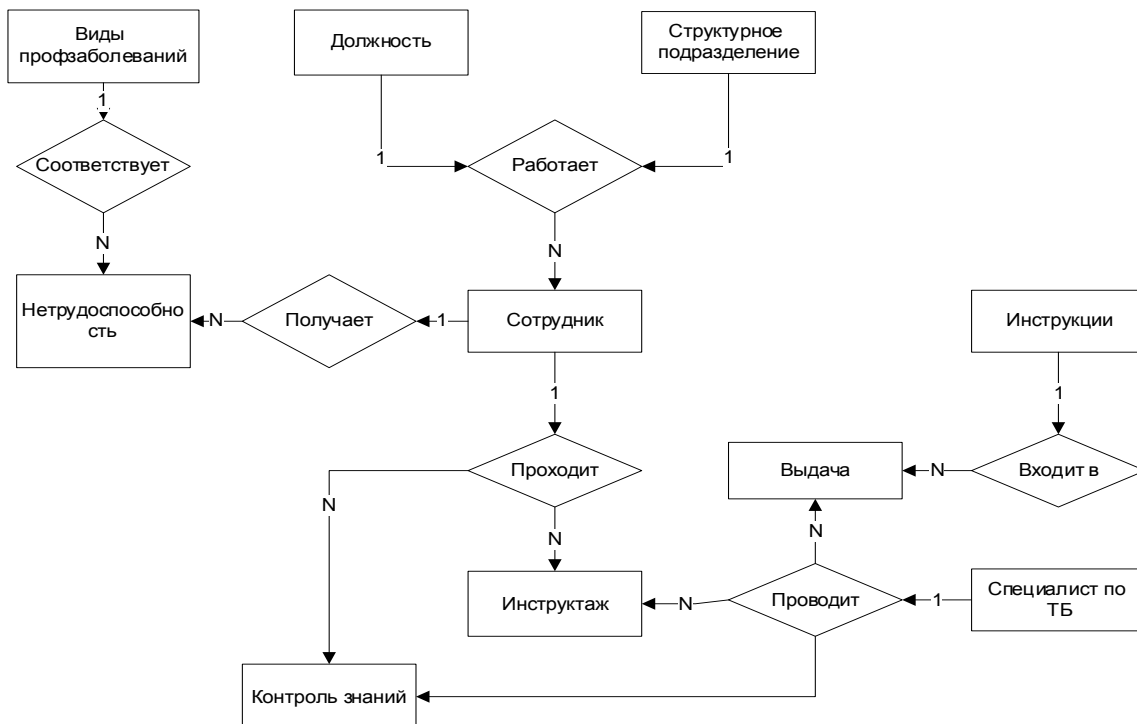


Рисунок 1. Диаграмма инфологической модели



На каждой должности работает множество сотрудников. Связь 1:N.  
 В каждом подразделении работает множество сотрудников. Связь 1:N.  
 Каждый специалист по охране труда проводит инструктаж множество раз. Связь 1:N.  
 Каждый специалист по охране труда проводит контроль знаний сотрудников множество раз. Связь 1:N.  
 Каждый сотрудник проходит инструктаж по охране труда множество раз. Связь 1:N.  
 Каждый сотрудник проходит контроль знаний по охране труда множество раз. Связь 1:N.  
 Каждый сотрудник получает экземпляры инструкций по охране труда множество раз. Связь 1:N.  
 Каждый экземпляр инструкций по охране труда попадает в выдачу множество раз. Связь 1:N.  
 Далее проведено определение атрибутов для указанных сущностей для построения даталогической модели. Структура нормативно-справочной информации, используемой для разработки информационной системы специалиста по охране труда, показана в таблице 1.

Таблица 1. Структура нормативно-справочной информации

№ п/п	Наименование кодируемого множества объектов	Значность кода	Система кодирования	Вид классификатора
1	2	3	4	5
1	Код должности	XXX	порядковая	локальный
2	Код подразделения	XXX	порядковая	локальный
3	Код сотрудника	XXX XXX	порядковая	локальный
4	Код специалиста по охране труда	XXX	порядковая	локальный
5	Код инструкции	XXX	порядковая	локальный
6	Код инструктажа	XXXX XXX	серийно-порядковая	локальный
7	Код контроля знаний	XXX XXXX	серийно-порядковая	локальный
8	Код выдачи инструкции	XXX XXXX	серийно-порядковая	локальный
9	Код вида профзаболевания	XXX	порядковая	локальный
10	Код нетрудоспособности	XXX XXXX	серийно-порядковая	локальный

Описание систем классификации и кодирования.

Код должности. Длина кода XXX, где XXX – порядковый номер должности в штатном расписании.

Код подразделения. Длина кода XXX, где XXX – порядковый номер подразделения в штатном расписании.

Код инструкции. Длина кода XXX, где XXX – порядковый номер инструкции в классификаторе специалистов по охране труда.

Код сотрудника. Длина кода XXX XXX, где XXX – порядковый номер сотрудника в кадровом журнале, XXX - порядковый номер подразделения в штатном расписании.

Код вида профзаболевания. Длина кода XXX, где XXX – порядковый номер вида профзаболевания в картотеке специалиста по охране труда.

Код нетрудоспособности. Длина кода XXX XXXX, где XXXX – код листа нетрудоспособности, XXX – порядковый номер вида профзаболевания в картотеке специалиста по охране труда.

Код специалиста по охране труда. Длина кода XXX, где XXX – порядковый номер специалиста по охране труда в кадровом журнале.

Код инструктажа. Длина кода XXXX XXX, где XXX – порядковый номер сотрудника в кадровом журнале, XXXX – порядковый номер проведенного мероприятия (инструктажа) в журнале специалиста по охране труда.

Код контроля знаний. Длина кода XXXX XXX, где XXX – порядковый номер сотрудника в кадровом журнале, XXXX – порядковый номер проведенного мероприятия (контроля знаний) в журнале специалиста по охране труда.

Код выдачи инструкции. Длина кода XXX XXX, где XXX – порядковый номер сотрудника в кадровом журнале, XXX – порядковый номер инструкции в картотеке специалиста по охране труда.

Нормативно-справочная информация в автоматизированных системах представляет собой ядро единого информационного пространства предприятия (организации), включающее в себя набор:

- справочников,
- словарей,
- классификаторов,
- стандартов,
- регламентов,

используемых в деятельности предприятия.

В разрабатываемой автоматизированной системе в качестве нормативно-справочной информации используются внутренние правила организации и перечень мероприятий по охране труда.

Таблица 2. Справочник «Должности»

Наименование поля	Тип данных	Размер поля
Код должности	Числовой	Целое
Наименование должности	Текстовый	40

Таблица 3. Справочник «Структурные подразделения»

Наименование поля	Тип данных	Размер поля
Код структурного подразделения	Числовой	Целое
Наименование структурного подразделения	Текстовый	40

Таблица 4. Справочник «Сотрудники»

Наименование поля	Тип данных	Размер поля
Код сотрудника	Числовой	Целое
ФИО сотрудника	Текстовый	40
Код должности	Целое	
Код структурного подразделения	Целое	

Таблица 5. Справочник «Инструкции по охране труда»

Наименование поля	Тип данных	Размер поля
Код инструкции	Числовой	Целое
Наименование инструкции	Текстовый	100
Дата выпуска	Дата	
Код специалиста по охране труда	Целое	

Таблица 6. Справочник «Специалисты по охране труда»

Наименование поля	Тип данных	Размер поля
Код специалиста	Числовой	Целое
ФИО специалиста	Текстовый	100
Должность	Текстовый	100

Таблица 7. Журнал инструктажей

Наименование поля	Тип данных	Размер поля
Код инструктажа	Числовой	Целое
Дата инструктажа	Дата	
Код специалиста по охране труда	Числовой	Целое
Код сотрудника	Числовой	Целое
Тема	Текстовый	100
Код инструкции	Числовой	Целое

Таблица 8. Журнал контроля знаний

Наименование поля	Тип данных	Размер поля
Код контроля знаний	Числовой	Целое
Дата контроля знаний	Дата	
Код специалиста по охране труда	Числовой	Целое
Код сотрудника	Числовой	Целое
Тема	Текстовый	100
Код инструкции	Числовой	Целое
Оценка	Числовой	Целое

Таблица 9. Журнал выдачи инструкций

Наименование поля	Тип данных	Размер поля
Код выдачи инструкции	Числовой	Целое
Дата выдачи	Дата	
Код специалиста по охране труда	Числовой	Целое
Код сотрудника	Числовой	Целое
Код инструкции	Числовой	Целое

Таблица 10. Справочник видов профессиональных заболеваний

Наименование поля	Тип данных	Размер поля
Код вида профессионального заболевания	Числовой	Целое
Наименование вида профессионального заболевания	Текстовый	100

Таблица 11. Журнал листов нетрудоспособности

Наименование поля	Тип данных	Размер поля
Код листа нетрудоспособности	Числовой	Целое
Код вида профессионального заболевания	Числовой	Целое
Дата	Дата	
Количество чел-дн	Числовой	Целое
Код сотрудника	Числовой	Целое

На рисунке 2 приведена схема даталогической модели данных.

### Выводы

На этапе логического проектирования базы данных был определен перечень сущностей информационной системы, набор необходимых атрибутов, проведено построение инфологической модели и даталогической модели данных.

На основе построенных диаграмм далее будет проведено описание технической реализации базы данных в соответствии с поставленными задачами.

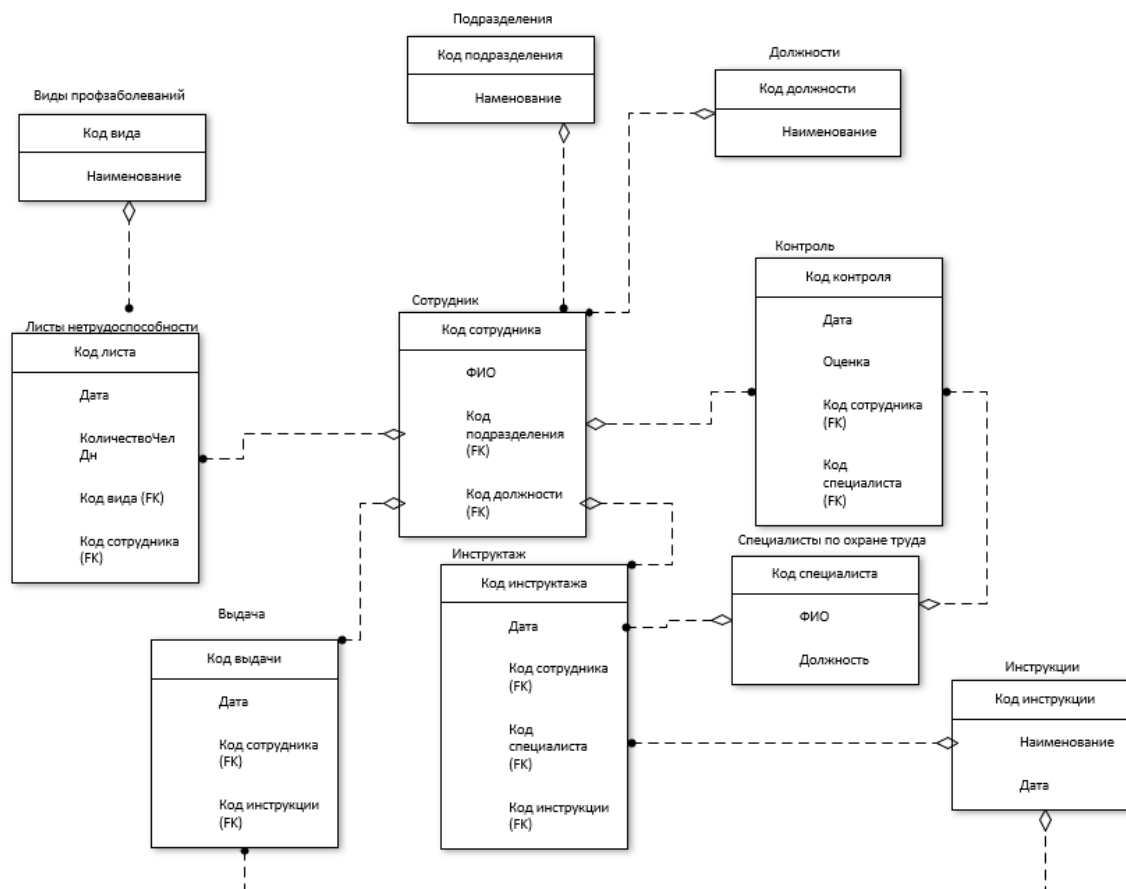


Рисунок 2. Дatalogическая модель базы данных

## 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. Ахметгареев А.Ф., Головина Е.Ю. Использование ВРМ-системы для управления кадровым резервом // Информационные технологии. Проблемы и решения, Уфа: Изд-во УГНТУ. 2019, с. 88.
3. Головина Е.Ю., Ахметгареев А.Ф. Автоматизация формирования кадрового резерва // Наука. Технология. Производство – 2019: материалы Международной научно-технической конференции, посвященной 100-летию Республики Башкортостан. Уфа: Изд-во УГНТУ, 2019. – 310 с.
4. Головина Е.Ю., Батршина З.Р. Автоматизированная система рейтинговой оценки преподавателей кафедры // 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.
5. Советов Б.Я., Цехановский В.В., Чертовской В.Д. Базы данных: теория и практика // учебник для бакалавров, Москва: Изд-во Юрайт. 2014, с. 464.

УДК 004.451.5

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ PYTHON ПРИ РАБОТЕ С БОЛЬШИМИ ДАННЫМИ****USING PYTHON WHEN WORKING WITH BIG DATA**

Абросимова М.А., Власова Л.С.,  
Уфимский государственный нефтяной технический университет,  
ул. Космонавтов, 1, г. Уфа, Республика Башкортостан, 450062, Россия

M.A. Abrosimova, L.S. Vlasova,  
Ufa State Petroleum Technological University,  
Kosmonavtov Str., 1, Ufa, Republic of Bashkortostan, 450062, Russia

e-mail: m.abrosimova@gmail.com

**Аннотация.** В статье описываются особенности работы с большими данными на предприятии с использованием языка программирования Python. Актуальность статьи определена проблемой выбора эффективных инструментов для работы с большими данными, способными к интеграции с другими системами предприятия. Основным методом исследования является: обзор ключевых понятий технологий больших данных и анализ возможностей Python по работе с большими данными на предприятии по данным из открытых источников и практическая реализация задачи анализа данных на примере данных Росстата. При реализации примера использованы методология data science и программирование на Python. В результате исследования описаны источники и форматы данных, формирующих массивы больших данных на предприятии, охарактеризованы возможности интегрированного анализа структурированных и неструктурированных данных, актуализирована роль визуализации как эффективного средства анализа больших данных. Показано, что язык программирования Python имеет преимущества по работе с большими данными в виде большого количества библиотек, ориентированных на работу со структурированными и неструктурированными данными и современные виды анализа данных (интеллектуальный анализ данных, машинное обучение), развитых средств интеграции с другими системами и широкого спектра возможностей визуализации данных. Реализация примера исследования массива данных показала возможность Python эффективно формировать понятные визуализации.

**Abstract.** This article describes the features of working with big data in an enterprise using the programming language. The relevance of the article is determined by the problem of choosing effective tools for working with big data that can be integrated with other enterprise systems. The main research method is an overview of the key concepts of big data technologies and an analysis of Python's capabilities to work with big data in an enterprise based on data from open sources, and practical implementation of the data analysis task using Rosstat data as an example. The data science methodology and Python programming were used in implementing the example. As a result of the research, data sources and formats that form big data arrays in the enterprise are described, the capabilities of integrated analysis of structured and unstructured data are characterized, and the role of visualization as an effective tool for analyzing big data is updated. It is shown that the Python programming language has advantages for working with big data in the form of a large number of libraries focused on working with structured and unstructured data and modern types of data analysis (data mining, machine learning), developed means of integration with other systems and a wide range of data

visualization capabilities. The implementation of the data array study has shown that Python can effectively generate understandable visualizations.

**Ключевые слова:** большие данные, источники данных, структурированные и неструктурированные данные, анализ данных, интеграция систем, визуализация, Data Science, Python, библиотеки Python, Matplotlib.

**Keywords:** Big data, data sources, structured and unstructured data, data analysis, system integration, visualization, Data Science, Python, Python libraries, Matplotlib.

Рост объемов корпоративных данных на фоне задач повышения эффективности деятельности предопределил интерес различных профессиональных сообществ к современным инструментам анализа данных.

Основная цель в анализе данных – получение представления о роли тех или иных совокупностей данных в создании синергетического эффекта от ведения деятельности.

Сформировалось междисциплинарное направление – наука о данных – Data Science – система понятий и методов, позволяющих придать смысл огромным массивам данных [1].

Вопрос об использовании больших данных для предприятий зачастую является новым, включенным в повестку дня в связи с переходом к цифровой модели бизнеса, а решение о инструментах работы с большими данными принимается в условиях уже сложившегося ландшафта информационных систем.

В таких условиях становится актуальным вопрос о выборе программных средств, имеющих развитые средства интеграции с уже используемыми и в будущем планируемыми к внедрению информационными системами. В качестве такого средства может быть использован язык программирования Python.

Основным методом исследования является: обзор ключевых понятий технологий больших данных и анализ возможностей Python по работе с большими данными на предприятии по данным из открытых источников и практическая реализация задачи анализа данных на примере данных Росстата.

При реализации примера использованы методология Data Science и программирование на Python.

Особенностью данных как предмета исследования в Data Science являются огромные размеры, множественность источников формирования и форматов представления, а также различная скорость их обновления [2].

Источниками больших данных на предприятии являются внешние и внутренние системы сбора, хранения и обработки данных: наборы данных информационно-аналитических центров, сенсорные сети, социальные сети, транзакционные системы и пр.

Большие данные как объект обработки и хранения представляют собой совокупность файлов различных форматов, хранящихся в NoSQL и традиционных СУБД, результатов обработки на кластерах Hadoop, выборки из ETL хранилищ, витрин данных, систем бизнес-аналитики, специализированных DataSet и пр. [3]. На каждом предприятии перечень источников и форматов больших данных специфичен.

Ключевой операцией работы с большими данными является анализ данных. Инструментарий анализа сочетает в себе хорошо разработанные технологии анализа структурированных данных и развиваемые активно в последние годы подходы к анализу неструктурированных данных.

Анализ последних предполагает предварительную структуризацию на основе семантического анализа текста и выделения структуры предметной области – онтологии,

после этого становится возможным применение инструментов поиска, анализа, визуализации, фильтрации, выделения закономерностей [4].

Эффективным инструментом собранных в структуры данных является визуализация, организующая данные в графики, диаграммы, изображения, анимации.

Визуализация данных имеет принципиальное значение для их интерпретации и понимания роли представленных данными факторов.

Использование языка программирования Python в качестве средства работы с большими данными на предприятии имеет ряд преимуществ.

Python принадлежит к объектно-ориентированным языкам программирования, что важно, учитывая современную парадигму программирования и проектирования, и в силу простоты и универсальности является популярным средством разработки: его используют в системном программировании, при создании динамических web-сайтов, приложений для работы с базами данных, научными вычислениями и, в целом, в исследованиях.

Отличительной особенностью Python применительно к работе с большими данными является его возможности:

- по работе со структурированными и неструктурированными данными;
- интеграции с другими системами;
- визуализации данных.

Экосистема Python включает большое количество библиотек, ориентированных на работу со структурированными и неструктурированными данными (таблица 1).

Таблица 1. Основные библиотеки Python для работы с большими данными

Библиотека	Назначение	Использование
Requests	Библиотека для работы с web-контентом	Выполнение http-запросов
SQLAlchemy	Библиотека для работы с базами данных	Создание моделей предметных областей для высокоэффективного доступа к базам данных на основе SQL и объектно-реляционной модели данных
Scrapy	Фреймворк для извлечения структурированных данных с веб-сайтов	Добыча данных, обработка информации, поиск, извлечение данных с помощью API и др.
Pandas	Библиотека для анализа данных	Анализ структурированных и неструктурированных данных различных форматов (SQL-файлы, Excel-файлы, HTML-файлы, CSV-файлы и пр.)
Matplotlib	Библиотека двумерных числовых построений	Анализ и визуализация данных
Scikit-Learn	Библиотека для машинного обучения и интеллектуального анализа данных	Добыча и анализ данных с использованием алгоритмов классификации, регрессии и кластеризации
TensorFlow	Библиотека для машинного обучения	Создание нейронных сетей, расчеты с использованием графов потоков данных
Keras	Библиотека для глубокого обучения	Анализ временных рядов, текстов, графики.

Python – сценарный язык, его назначение по определению – объединение разнородных программных приложений.

Python эффективно взаимодействует со многими языками программирования. Например, широко используется интеграция Python с C и C++. Python предоставляет

API-интерфейс для языка C или C++ для написания модулей расширения: модули расширения содержат функции и типы данных из языка C, к которым возможен доступ из Python. Прием расширяет функциональность и производительность Python и часто используется программистами.

C другой стороны, C предоставляет API-интерфейс для языка Python: интерпретатор Python может быть встроен в программу на C [5].

Другим примером является часто используемое взаимодействие Python с Java на основе Jython-реализацией Python на Java-платформе, обеспечивающей существенное сокращение сроки разработки приложений.

Язык Prolog имеет API для взаимодействия с Python: в приложениях на Python доступны логические возможности Prolog, что позволяет эффективно работать с символьными структурами данных, объем которых в Интернет возрастает.

Кроме языков программирования Python имеет интерфейсы баз данных для всех широко используемых СУБД, поддерживает приложения с графическим интерфейсом и фреймворки для Web.

На Python ориентируются разработчики систем бизнес-аналитики, особо востребованных в условиях цифровой экономики.

Широкий спектр возможностей Python предоставляет для визуализации данных. В основе рисования графиков на полученных наборах в данных применяется библиотека Matplotlib – низкоуровневая библиотека с большим количеством настроек.

Matplotlib позволяет создавать текстовые блоки для оформления графиков, при этом поддерживает кириллицу.

Для построения графиков, как правило, используют высокоуровневые интерфейсы. Многие высокоуровневые интерфейсы для работы с библиотекой Matplotlib доступны в Pandas – Python-библиотеке для анализа и обработки данных.

Pandas предоставляет удобный доступ к табличным данным, позволяет строить сводные таблицы, выполнять группировки, рисовать графики на полученных наборах данных с использованием пакета Matplotlib и отличается высокой производительностью.

Для исследований Pandas создает фреймы данных – DataFrame – проиндексированные многомерные массивы значений (таблицы данных) и далее с ними понятно и производительно работает.

Для быстрого и простого создания графиков чаще всего используют интерфейс Rpyplot, который позволяет выбрать готовое решение и настроить базовые параметры графика.

Для более специфичных задач используют библиотеки Seaborn и Bokeh. Seaborn-библиотека, основанная на Matplotlib, обеспечивающая построение сложных диаграмм с большим количеством компонентов в виде цвета, графики и переменных и ориентированная на визуализацию статистических моделей (тепловые карты, распределения и пр.), Bokeh – не зависящая от Matplotlib библиотека визуализации с высокопроизводительной интерактивностью по крупным или потоковым наборам данных, используемая чаще всего для создания интерактивных презентаций на веб-сайтах. В Python, кроме того, доступны R-библиотека Ggplot2, Plotly, Pygal и др. [6].

Ниже приведен пример исследования данных, полученных с официального сайта Росстата [www.gks.ru](http://www.gks.ru).

Согласно методологии Data Science при реализации примера выполнены следующие этапы: определение цели исследования, сбор данных, подготовка данных, исследование данных [1].

Этапы моделирования и автоматизации анализа данных в данной статье не рассматриваются.

Определение цели исследования. В рассматриваемом примере поставлены



следующие цели:

1. Выявить динамику показателей в разрезе Федеральных округов (ФО): выделить лидеров, аутсайдеров и наиболее результативные годы.
2. Выявить аналогичную динамику отдельно по каждому ФО.
3. Выявить динамику показателей по РФ в целом по годам.

#### *Сбор данных*

Данные Росстата хранятся преимущественно в файлах Excel-, HTML-, CSV-форматов и доступны для загрузки.

В примере рассматриваются данные в формате «Число абонентских устройств подвижной радиотелефонной (сотовой) связи на 1000 человек» (phone.xls, 964 Кб, 30.01.2020), находящиеся в разделе «Официальная статистика»/«Технологическое развитие отраслей экономики»/«Деятельность в сфере телекоммуникаций» по адресу <https://gks.ru/folder/11189>.

#### *Подготовка данных*

Подготовка данных включает очистку, преобразование и комбинирование данных. В рассматриваемом примере выполнены следующие шаги.

1. Очистка данных: изменение разделителя данных на символ «;», изменение индекса на значения в колонке 'Data' (листинг 1):

```
IPython 7.12.0 -- An enhanced Interactive Python.
In [1]: import pandas as pd
In [2]: excel_data = pd.read_excel('C:/Users/acer/Documents/Downloads/phone.xls', sep=';', index_col='Data')
In [3]: excel_data
Out[3]:
```

	2000	2001	2002	...	2017	2018	2019
Data				...			
Российская Федерация	22.3	53.2	121.5	...	2002.6	1969.4	2080.6
Центральный федеральный округ	55.5	118.4	222.1	...	2409.9	2364.7	2547.8
Белгородская область	4.3	9.1	30.4	...	1844.2	1833.4	1885.9
Брянская область	2.7	3.3	20.8	...	1768.4	1726.6	1801.7
Владимирская область	5.8	19.5	64.2	...	1770.8	1707.2	1809.3
...	...	...	...	...	...	...	...
Амурская область	2.6	5.2	7.7	...	1609.3	1578.1	1659.0
Магаданская область	0	0	8.4	...	1851.5	1783.2	1795.6
Сахалинская область	7.8	16.5	28.7	...	2006.8	1904.2	1947.5
Еврейская автономная область	1	2	2.7	...	1496.7	1449.5	1584.7
Чукотский автономный округ	0	0	0	...	1701.8	1678.5	1666.8

```
[114 rows x 20 columns]
```

Листинг 1. Чтение данных в Python (Anaconda)

2. Преобразование данных путем транспонирования массива для удобства дальнейшей визуализации.
3. Комбинирование данных не производилось, т.к. цель исследования не предполагала включение данных из нескольких источников.

#### *Исследование данных*

На этапе выполняется углубленное изучение данных, для чего широко используется визуализация от простых графиков до сложных диаграмм.

Для рисования графиков на полученных наборах данных в данной работе используется библиотека Matplotlib и модуль Pyplot (рисунок 1).

График показывает рост показателей в целом по РФ. Заметно лидерование Центрального ФО и Северо-Западного ФО и отставание Дальневосточного ФО. Выступ на графике ФО образован статистикой Южного ФО 2005 г. Построение графика отдельно по Южному ФО показывает, что лидером в подключении устройств подвижной

радиотелефонной (сотовой) связи являлись Краснодарский край, Республика Адыгея и Республика Калмыкия, однако два последних региона, показав хороший рост в 2005 г., снизили объемы к 2017 г.

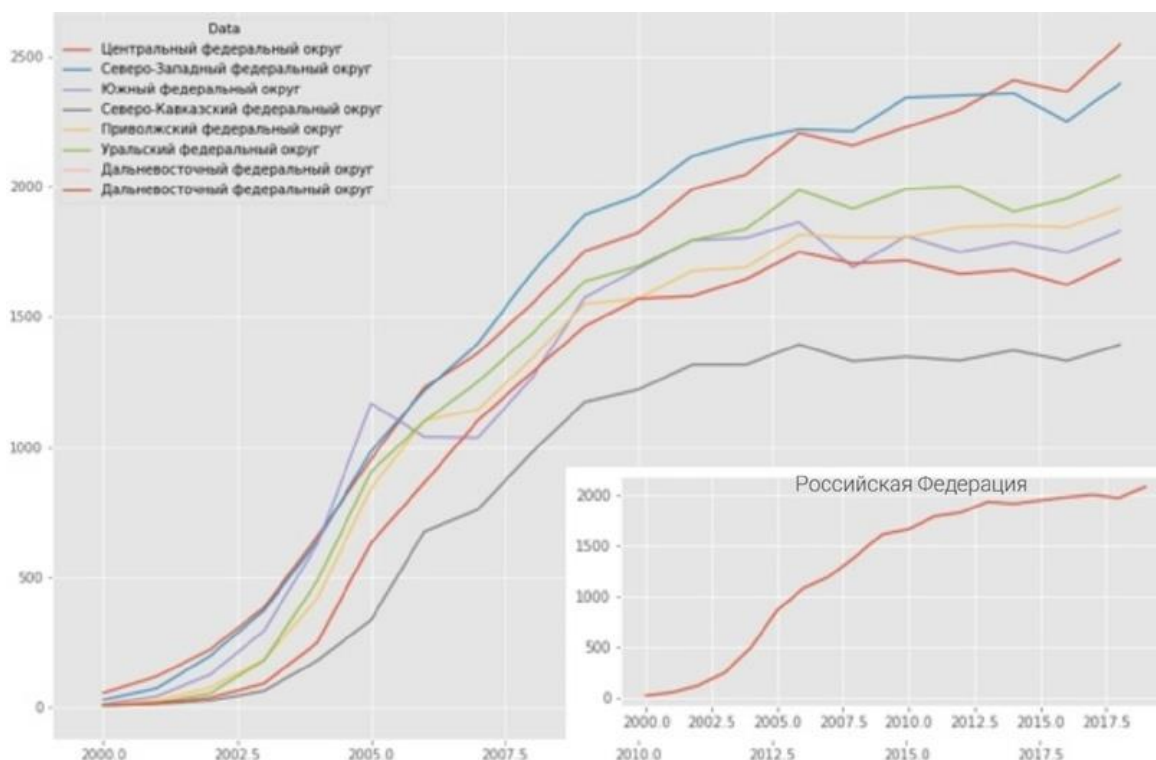


Рисунок 1. График изменения показателей в разрезе ФО и РФ в целом

### Выводы

Таким образом, исходя из особенностей больших данных и актуальности задач по работе с ними можно рассматривать язык программирования Python как несложный и эффективный инструмент визуализации данных.

В работе проведено исследование набора данных из открытых источников и построены графики, позволяющие сделать выводы о динамике изменения показателей в разные временные интервалы и на разных территориях.

Визуализация выполнена с использованием свободно распространяемого программного средства, ориентированного на работу с большими данными.

Кроме способности работать с данными различной степени структурированности и различных форматов Python имеет развитые возможности по интеграции с другими системами, что делает его универсальным средством при построении корпоративных систем и в индивидуальных исследованиях.

Использование Python как среды визуализации имеет ограничение для пользователей, поскольку требует знание основ программирования на Python, однако Python прост в освоении и имеет хорошие средства методической поддержки как со стороны разработчика, так и со стороны опытных пользователей.

### Литература

1. Силен Дэви, Мейсман Арно, Али Мохамед. Основы Data Science и Big Data. Python и наука о данных. Питер. 2018.
2. М.Р. Биктимиров, А.М. Елизаров, А.Ю. Щербаков. Тенденции развития технологий обработки больших данных и инструментария хранения разноформатных

данных и аналитики // Russian Digital Libraries Journal. 2016. V. 19. No 5. <https://clck.ru/Pc2QQ>

3. Леонид Черняк. Что делать с хаосом данных? // Открытые системы. СУБД. 2013 №09 <https://clck.ru/Pc2Qn>

4. Артем Гришковский. Интегрированная обработка неструктурированных данных // Открытые системы. СУБД. 2013. № 06 <https://clck.ru/Pc2RF>

5. Создание расширения C++ для Python. <https://clck.ru/Pc2RX>

6. Обзор пакетов для визуализации данных на Python/ <https://clck.ru/Pc2S2>

УДК 004:681.5

## ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДОБЫЧИ НЕФТИ

### ASSESSMENT OF THE POSSIBILITY OF USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS FOR PREDICTING OIL PRODUCTION

Муравьева Е.А., Коннов В.А.,  
Уфимский государственный нефтяной технический университет,  
филиал в г. Стерлитамак, пр. Октября, 2, г. Стерлитамак, Республика Башкортостан,  
453118, Россия

E.A. Muraveva, V.A. Konnov,  
Ufa State Petroleum Technological University,  
Branch in the Sterlitamak, Oktyabrya Ave., 2, Sterlitamak, Republic of Bashkortostan,  
453118, Russia

e-mail: [konnov.victor@gmail.com](mailto:konnov.victor@gmail.com)

**Аннотация.** В настоящее время крупнейшие нефтяные компании России сталкиваются с проблемой падения добычи нефтяного сырья на эксплуатируемых нефтеносных пластах. Это подталкивает к необходимости поиска и внедрения все более эффективных инструментов моделирования месторождений с целью улучшения показателей добычи нефтяного сырья. В статье анализируются современные методы моделирования нефтяных месторождений, их эффективность в условиях недостаточного объема входной информации, применимость и доступность работы с методами нейросетевого моделирования широкому кругу специалистов.

**Abstract.** Currently, the largest oil companies in Russia are facing the problem of falling production of crude oil in the exploited oil reservoirs. This leads to the need to search for and implement more and more effective field modeling tools in order to improve the performance of crude oil production. The article analyzes modern methods of modeling oil fields, their effectiveness in conditions of insufficient input information, and their applicability and the availability of working with neural network modeling methods to a wide range of specialists.

**Ключевые слова:** месторождение, добыча нефти, гидродинамическая модель, нейросетевая модель, прогноз.

**Keywords:** deposits, oil production, hydrodynamic model, neural network model, forecasting.

Современная нефтепромысловая наука продвинулась достаточно далеко в вопросах проектирования разработки нефтяных месторождений.

Модели используются для прогнозирования текущих запасов нефти, их распределения, а также на основе расчетов модели подбирается оптимальная стратегия последующей разработки нефтяного месторождения [1, С. 330-333].

Различные типы моделей успешно реализуются с помощью отечественных и зарубежных программных комплексов, из которых стоит отметить: Hydra'Sym, Eclipse компании Schlumberger, ROXAR Tempest More.

Данные программные комплексы позволяют реализовать модель пласта и процесса разработки на основе геолого-физических характеристик [2, С. 333-335].

К широко используемым гидродинамическим моделям, добавляются информационные, на основе нейросетевых методов имитационного моделирования.

Однако, каждая из методик создания модели процесса несет в себе ряд трудностей.

Часто, при построении моделей месторождения имеет место недостаток имеющейся информации о режимах работы скважин, исследованиях керна, шлама, коэффициентов сжимаемости флюидов, геолого-геофизических данных, либо эти данные искажены, вследствие чего при сопоставлении модели реальному физическому объекту невозможно добиться полного соответствия всех параметров [3, С. 335-338].

Создателям приходится выбирать оптимальное соотношение из важнейших требований (рисунок 1).

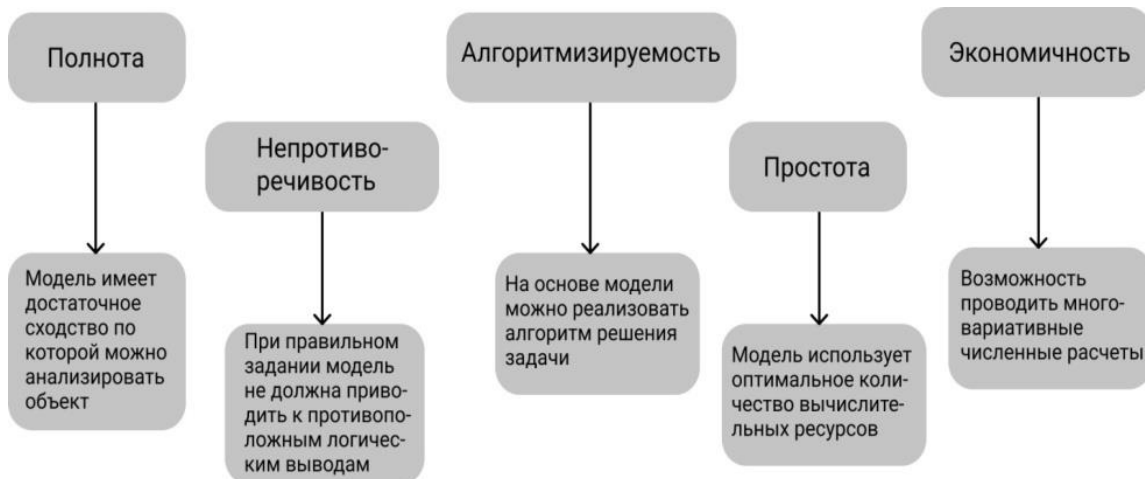


Рисунок 1. Требования к конечной модели месторождения

При разработке гидродинамической модели месторождения данный выбор особенно актуален, так как гидродинамическая модель чувствительна к точности входных данных и уже на этапе создания определяется выбор размерности сетки, задаются PVT свойства флюидов, данные по скважинам и осуществляется глубокая адаптация модели. Но, как правило, погрешность этих данных находится в пределах 10-20% [4, С. 359-362]. Их возникновение определяется трудностью измерения, ошибками методологического характера, несовершенством технической составляющей учета. Это

говорит о том, что этап грубой адаптации гидродинамической модели является не строгой и точной научной методикой, а скорее интуитивным подходом создателя к модели [5, С. 238-243].

Кроме того, этап адаптации и подгонки значений проницаемости скважин даже для небольшого месторождения на этапе адаптации модели требует больших временных и точных усилий специалистов. Он может занимать от одного до трех месяцев работы шести высококвалифицированных специалистов.

В условиях частичной неопределенности входных данных лучше показывает себя информационный метод моделирования на основе нейронных сетей, все чаще применяемый в задачах нефтедобычи.

Данный метод успешно показывает себя в моментах, когда существует некоторая взаимосвязь между входной и выходной (прогнозируемой) величиной, потому как в основе моделирования лежит концепция «черного ящика», в основе которой лежит не анализ, а синтез компонент [6, С. 36-41].

В процессе обучения сети производится поиск функции, наиболее точно описывающей входную-выходную зависимость, а потому можно получать точные прогнозы с устойчивостью к искаженным данным и в условиях отсутствия некоторых из входных данных [7, С. 20].

Основной же трудностью при построении нейросетевых моделей является выбор архитектуры, отвечающей требуемой точности модели, а также низкая эффективность применения горизонтальной обучающей выборки в условиях пробелов входных данных.

В область задач нефтепромысловой геологии, решаемых с помощью методов нейросетевого моделирования, могут входить:

- прогноз добычи нефти как для группы скважин, так и для каждой в отдельности,
- оценка интерференции скважин,
- распределение скважин по их технологическим свойствам,
- прогноз среднесуточных дебитов и пластовых давлений скважин [8, С. 487-494].

Также, кроме задач нефтедобычи, нейросетевые технологии успешно находят применение в нефтепереработке для создания моделей химических систем, в разработке комплексов мониторинга магистральных нефтепроводов и систем управления процессами газодобычи в условиях неопределенности.

Перед моделированием исследуемой системы, к примеру нефтеносного пласта, обязательными шагами являются

- подготовка входных данных,
- определение архитектуры сети и алгоритма обучения с параметрами [9, С. 78-92].

Подготовка входных данных заключается в подборе значений с наивысшей причинно-следственной связью. Нейронная сеть строит закономерности на основе данных связей.

В процессе обучения нейронной сети важно следить за такими параметрами как скорость обучения, средняя и максимальная ошибка [10, С. 25].

Структурная схема создания нейросетевой модели прогнозирования включает в себя множество взаимосвязанных составляющих (рисунок 2).

## **Выводы**

Таким образом, в процессах прогнозирования показателей нефтедобычи с помощью создания моделей месторождения, специалисты все еще сталкиваются с проблемой трудоемкости и сложности процесса создания моделей, низкой

информационной доступностью систем моделирования, отсутствием соответствия созданных моделей требуемой точности.

В перспективе данные проблемы могут быть решены путем более обширного внедрения информационных пакетов моделирования нефтяных месторождений на основе нейронных сетей.

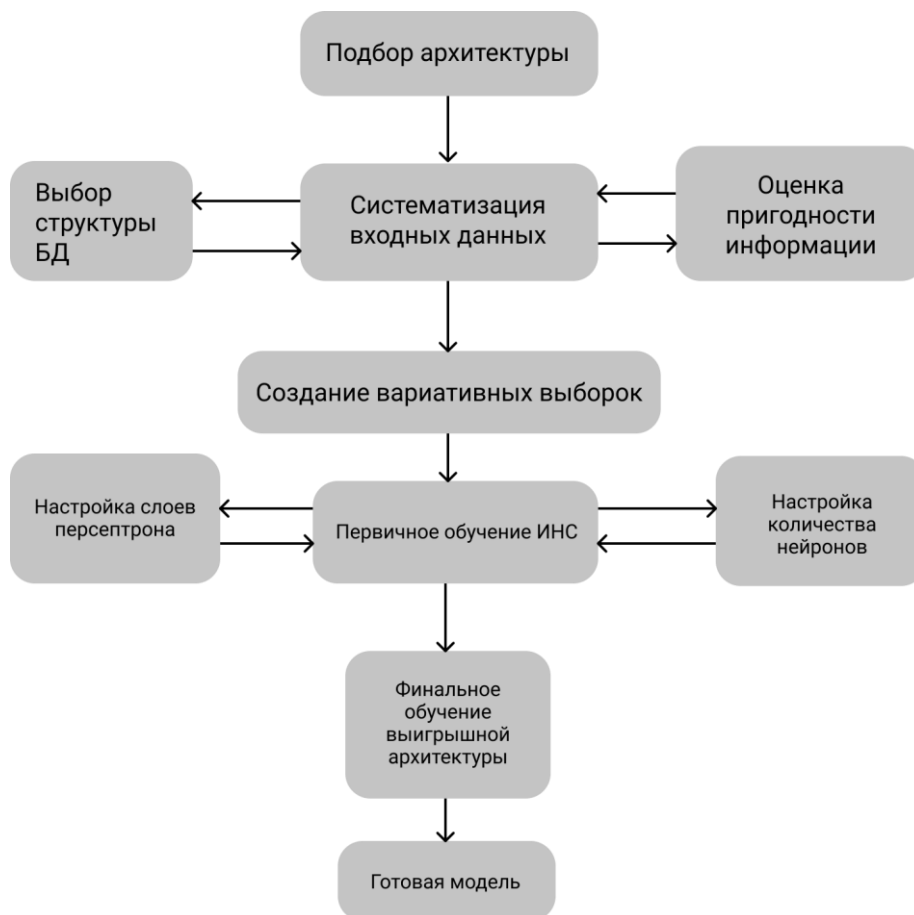


Рисунок 2. Схема создания модели при помощи ИНС

### Литература

1. Муравьева Е.А., Азанов А.Н., Файзуллин С.Р. Исследование систем управления насосных дожимных станций и оценка их энергопотребления в программе Ithink. // В сборнике: малоотходные, ресурсосберегающие химические технологии и экологическая безопасность Сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции. 2018. С. 330-333.

2. Муравьева Е.А., Исмоилов Т.Н., Файзуллин С.Р. Анализ режимов работы автоклава в программе Ithink. // В сборнике: малоотходные, ресурсосберегающие химические технологии и экологическая безопасность Сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции. 2018. С. 333-335.

3. Муравьева Е.А., Михайлова Ю.К. Регулирование уровня ёмкости дожимной насосной станции в программе Ithink. // В сборнике: малоотходные, ресурсосберегающие химические технологии и экологическая безопасность Сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции. 2018. С. 335-338.

4. Хакимов Р.А., Муравьева Е.А. Автоматизация нефтегазовой промышленности и экспертные системы. // В сборнике: малоотходные, ресурсосберегающие химические

технологии и экологическая безопасность Сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции. 2018. С. 359-362.

5. Муравьева Е.А., Еникеева Э.Р., Нургалиев Р.Р., Кубряк А.И. Разработка автоматической системы поддержания оптимального уровня жидкости с использованием поплавкового уровнемера на основе переменного резистора. // В сборнике: Достижения, проблемы и перспективы развития нефтегазовой отрасли материалы Международной научно-практической конференции. Альметьевский государственный нефтяной институт. 2018. С. 238-243.

6. Муравьева Е.А., Радакина Д.С. Разработка алгоритма настройки адаптивного нечеткого регулятора с двойной базой правил. // В сборнике: Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений (ITIDS'2018) Труды VI Всероссийской конференции (с приглашением зарубежных ученых). 2018. С. 36-41.

7. Muravyova E.A., Sharipov M.I., Kubryak A.I., Bondarev A.V. and etc. Power consumption analysis of pump station control systems based on fuzzy controllers with discrete terms in Ithink software. // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 2018. С. 20.

8. Muraveva, E.A. Optimization of the structure of the control system using the fuzzy controller / E.A. Muraveva, E.A. Shulaeva, P.N. Charikov, R.R. Kadyrov and etc. // В сборнике: Procedia Computer Science 2017. С. 487-494.

9. Bondarev, A.V. The analysis of opportunities of construction and use of avionic systems based on cots-modules / A.V. Bondarev, E.A. Muravyova, R.R. Kadyrov, P.A. Rahman // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 2016. Т. 11. №1. С. 78-92.

10. Bondarev, A.V. The questions of circuitry design when forming the switching functions of the control system of the matrix frequency converter / A.V. Bondarev, S.V. Fedorov, E.A. Muravyova, R.R. Kadyrov and etc. // Indian Journal of Science and Technology. 2015. Т. 8. №Specialissue10. С. 25.

УДК 004:621.397

## **О СУБИНТЕРВАЛЬНОМ СКРЫТОМ ВНЕДРЕНИИ ДАННЫХ В ИЗОБРАЖЕНИЯ В РАМКАХ КОСИНУС ПРЕОБРАЗОВАНИЯ**

### **SUBINTERVAL HIDDEN DATA EMBEDDING INTO IMAGES WITHIN THE COSINE TRANSFORM**

Черноморец А.А., Болгова Е.В., Черноморец Д.А., Кривчиков В.С.,  
ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный  
исследовательский университет»,  
г. Белгород, Российская Федерация

A.A. Chernomorets, E.V. Bolgova, D.A. Chernomorets, V.S. Krivchikov,  
FSAEI HE «Belgorod State National Research University»,  
Belgorod, Russian Federation

e-mail: chernomorets@bsu.edu.ru

**Аннотация.** Для скрытного контроля за использованием и распространением мультимедийных данных в настоящее время применяют методы скрытного внедрения контрольных данных в изображения. В работе предложен метод скрытного внедрения данных на основе субинтервального анализа изображений в рамках косинус

преобразования. Предложен подход на основе применения субинтервальных матриц к вычислению долей энергии косинус преобразования изображения в заданных частотных субинтервалах, на которые разбивается область определения косинус преобразования. Приведены выражения для описания применяемых в работе частотных субинтервалов, а также приведены соотношения для вычисления значений элементов субинтервальных матриц косинус преобразования. Разработан метод выбора подмножества субинтервалов, используемых для скрытого внедрения, на основе анализа распределения долей энергии изображения-контейнера по субинтервалам. Разработан метод внедрения битовых данных на основе модификации проекций изображения-контейнера на собственные векторы субинтервальных матриц, соответствующие близким к единице их собственным числам. На основе вычислительного эксперимента продемонстрирована эффективность применения разработанного метода субинтервального скрытого внедрения контрольной информации в изображения в рамках косинус преобразования с позиций скрытности, объема внедренной информации и устойчивости к внешним воздействиям.

**Abstract.** For hidden control of the use and distribution of multimedia data, the methods of control data hidden embedding into images are currently used. In this paper we propose the method of data hidden embedding based on subinterval image analysis within the cosine transform. The proposed approach is based on the use of subintervals matrices for computing the image cosine transform energy share in the given frequency subintervals, which are built by splitting the domain of the cosine transform. In the paper we describe the expressions for the construction of the frequency subintervals, and the relationships for calculating values of subinterval matrices elements within the cosine transform. A method for selecting subintervals used for hidden embedding is developed based on the analysis of the distribution of image-container energy shares across the subintervals. A method for bit data embedding is developed based on modifying the projections of the image-container onto eigenvectors corresponding to the subinterval matrices eigenvalues that are close to one. Based on a computational experiment, the effectiveness of the developed method of control data subinterval hidden embedding into images within the cosine transform is demonstrated from the positions of secrecy, the volume of embedded information and resistance to external influences.

**Ключевые слова:** скрытное внедрение, изображение-контейнер, косинус преобразование, частотный субинтервал, доля энергии, собственные векторы, субинтервальная матрица

**Keywords:** hidden embedding, image-container, cosine transform, frequency subinterval, energy share, eigenvectors, subinterval matrix

Скрытное внедрение информации в изображения (стеганография) [1, С. 70-75] может быть использовано для скрытого контроля за использованием и распространением мультимедийных данных. Необходимость такого контроля связана с решением задач защиты информации, представленной в графическом виде: чертежи, схемы, карты, видеозаписи конференций и др.

В большинстве случаев скрытно внедренная информация используется в режиме, при котором внедренные сведения об источнике создания или официальном пользователе извлекает и анализирует контролирующее лицо.

Метод скрытного внедрения данных на основе субинтервального анализа изображений в рамках косинус преобразования состоит в следующем.



Область определения  $D_\pi$  двумерного косинус преобразования изображений в области круговых пространственных частот  $u$  и  $v$ :

$$D_\pi = \{(u, v) \mid 0 \leq u < \pi, \quad 0 \leq v < \pi\},$$

разбивается на  $R_1 \times R_2$  не пересекающихся частотных подобластей (субинтервалов)  $V_{r_1 r_2}$ ,  $r_1 = 1, 2, \dots, R_1$ ,  $r_2 = 1, 2, \dots, R_2$ , следующего вида (рисунок 1):

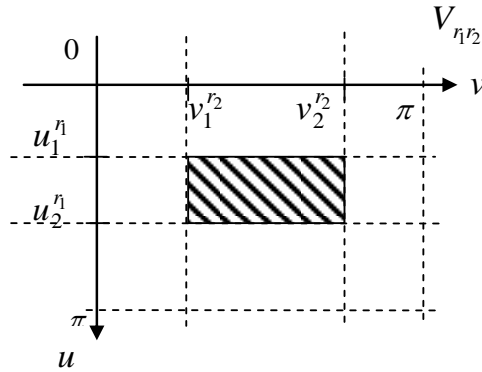


Рисунок 1. Субинтервал  $V_{r_1 r_2}$  в области определения косинус преобразования

$$V_{r_1 r_2} = \{(u, v) \mid u_1^{r_1} \leq u < u_2^{r_1}, \quad v_1^{r_2} \leq v < v_2^{r_2}\},$$

где

$$0 \leq u_1^{r_1} < u_2^{r_1} < \pi, \quad 0 \leq v_1^{r_2} < v_2^{r_2} < \pi.$$

Пусть изображение, в которое осуществляется скрытное внедрение (изображение-контейнер), представляется в виде матрицы яркости его пикселей  $\Phi = (f_{ik})$ ,  $i = 1, 2, \dots, N_1$ ,  $k = 1, 2, \dots, N_2$ , размерности  $N_1 \times N_2$ .

Для каждого субинтервала  $V_{r_1 r_2}$  вычисляется соответствующая ему доля  $P_{r_1 r_2}$  энергии  $E(\Phi)$  (квадрат евклидовой нормы) изображения  $\Phi$  в рамках косинус преобразования на основании следующего соотношения [2, С. 6-10]:

$$P_{r_1 r_2} = \frac{E_{r_1 r_2}}{E(\Phi)},$$

где  $E_{r_1 r_2}$  – часть энергии изображения  $\Phi$ , соответствующая субинтервалу  $V_{r_1 r_2}$ ,

$$E_{r_1 r_2} = tr(G_{r_1} \Phi H_{r_2} \Phi^T),$$

$E(\Phi)$  – энергия (квадрат евклидовой нормы) изображения  $\Phi$  в рамках косинус преобразования,

$$E(\Phi) = \|\Phi\|^2 = tr(\Phi \Phi^T),$$

операция  $tr()$  – операция вычисления следа матрицы,

матрицы  $G_{r_1} = (g_{i_1 k_1}^{r_1})$ ,  $i_1, k_1 = 1, 2, \dots, N_1$ , и  $H_{r_2} = (h_{i_2 k_2}^{r_2})$ ,  $i_2, k_2 = 1, 2, \dots, N_2$ , – квадратные, симметричные, субинтервальные матрицы, элементы которых определяются следующими выражениями [3, С. 20-25]:

$$g_{i_1 k_1}^{r_1} = a_{i_1 k_1}^{r_1} + \tilde{g}_{i_1 k_1}^{r_1},$$

$$h_{i_2 k_2}^{r_2} = b_{i_2 k_2}^{r_2} + \tilde{h}_{i_2 k_2}^{r_2}.$$

Элементы  $a_{i_1 k_1}^{r_1}$ ,  $i_1, k_1 = 1, 2, \dots, N_1$ , и  $b_{i_2 k_2}^{r_2}$ ,  $i_2, k_2 = 1, 2, \dots, N_2$ , являются элементами субполосных матриц  $A_{r_1}$  и  $B_{r_2}$  экспоненциального преобразования Фурье [4, С. 100-101]:

$$a_{i_1 k_1}^{r_1} = \begin{cases} \frac{\sin(u_2^{r_1}(i_1 - k_1)) - \sin(u_1^{r_1}(i_1 - k_1))}{\pi(i_1 - k_1)}, & i_1 \neq k_1, \\ \frac{u_2^{r_1} - u_1^{r_1}}{\pi}, & i_1 = k_1, \end{cases}$$

$$b_{i_2 k_2}^{r_2} = \begin{cases} \frac{\sin(v_2^{r_2}(i_2 - k_2)) - \sin(v_1^{r_2}(i_2 - k_2))}{\pi(i_2 - k_2)}, & i_2 \neq k_2, \\ \frac{v_2^{r_2} - v_1^{r_2}}{\pi}, & i_2 = k_2. \end{cases}$$

Элементы  $\tilde{g}_{i_1 k_1}^{r_1}$ ,  $i_1, k_1 = 1, 2, \dots, N_1$ , и  $\tilde{h}_{i_2 k_2}^{r_2}$ ,  $i_2, k_2 = 1, 2, \dots, N_2$ , являются элементами квазисубинтервальных матриц  $\tilde{G}_{r_1}$  и  $\tilde{H}_{r_2}$  косинус преобразования [5, С. 12-14]

$$\tilde{g}_{i_1 k_1}^{r_1} = \frac{\sin(u_2^{r_1}(i_1 + k_1 - 1)) - \sin(u_1^{r_1}(i_1 + k_1 - 1))}{\pi(i_1 + k_1 - 1)},$$

$$\tilde{h}_{i_2 k_2}^{r_2} = \frac{\sin(v_2^{r_2}(i_2 + k_2 - 1)) - \sin(v_1^{r_2}(i_2 + k_2 - 1))}{\pi(i_2 + k_2 - 1)}.$$

Отметим, что субинтервальные матрицы  $G_{r_1}$  и  $H_{r_2}$  позволяют выделить (отфильтровать) в рамках косинус преобразования частотные компоненты  $Y_{r_1 r_2}$ ,  $r_1 = 1, 2, \dots, R_1$ ,  $r_2 = 1, 2, \dots, R_2$ , изображения  $\Phi$ , соответствующие частотному субинтервалу  $V_{r_1 r_2}$ :

$$Y_{r_1 r_2} = G_{r_1} \Phi H_{r_2}.$$

Далее рассмотрим упорядоченную по убыванию последовательность  $\{\tilde{P}_n\}$ ,  $n = 1, 2, \dots, R_1 R_2$ , значений долей энергии  $\{P_{r_1 r_2}\}$  в субинтервалах  $V_{r_1 r_2}$ ,  $r_1 = 1, 2, \dots, R_1$ ,  $r_2 = 1, 2, \dots, R_2$ .

Тогда, для скрытного внедрения предлагается применять неинформационные [6, С. 97-100] частотные субинтервалы  $V_{r_1 r_2}$ , соответствующие элементам упорядоченной последовательности долей энергии  $\{\tilde{P}_n\}$ ,  $n = n_1, n_1 + 1, \dots, n_2$ , где для индексов  $n_1$  и  $n_2$ , выполняются условия:

$$1 < n_1 \leq n_2 < R_1 R_2,$$

$$\sum_{n=1}^{n_1} \tilde{P}_n \leq T_1, \quad \sum_{n=1}^{n_1+1} \tilde{P}_n > T_1,$$

$$\sum_{n=n_2}^{R_1 R_2} \tilde{P}_n > 1 - T_2, \quad \sum_{n=n_2+1}^{R_1 R_2} \tilde{P}_n \leq 1 - T_2,$$

где  $T_1$  и  $T_2$  – заданные пороговые значения.

Величина порога  $T_1$  выбирается исходя из требований скрытности внедрения (степени искажения изображения-контейнера с внедренными данными). Величина порога  $T_2$  выбирается исходя из требований устойчивости внедренных данных к разрушающим воздействиям (степень искажения внедренных данных после их извлечения из изображения-контейнера).

Непосредственно процесс скрытного внедрения контрольной информации, представленной в виде последовательности битовых данных, в выбранный частотный субинтервал  $V_{r_1 r_2}$  осуществляется следующим образом:

1. Выполнить операцию присвоения:

$$\tilde{\Phi} = \Phi.$$

2. Вычислить собственные числа и собственные векторы субинтервальных матриц  $\tilde{G}_{r_1}$  и  $\tilde{H}_{r_2}$ .

3. Создать множества собственных векторов  $Q_1^{r_1} = \{\vec{q}_i^{r_1}\}$ ,  $i = 1, 2, \dots, J_1$ , и  $W_1^{r_2} = \{\vec{w}_k^{r_2}\}$ ,  $k = 1, 2, \dots, J_2$ , матриц  $\tilde{G}_{r_1}$  и  $\tilde{H}_{r_2}$ , соответствующих близким к единице собственным числам ( $J_1$  и  $J_2$  – количество близких к единице собственных чисел матриц  $\tilde{G}_{r_1}$  и  $\tilde{H}_{r_2}$ ).

4. Вычислить проекцию  $\gamma_{ik}^{r_1 r_2}$  изображения  $\Phi$  на собственные векторы матриц  $\tilde{G}_{r_1}$

и  $\tilde{H}_{r_2}$  [7, С. 186-187]:

$$\gamma_{ik}^{r_1 r_2} = (\vec{q}_i^{r_1})^T \Phi \vec{w}_k^{r_2},$$

$$i = 1, 2, \dots, J_1 - 1, \quad k = 1, 2, \dots, J_2.$$

5. Вычислить модифицированную проекцию  $\tilde{\gamma}_{ik}^{r_1 r_2}$  в зависимости от значения внедряемого бита  $b_m$  контрольной информации:

$$\tilde{\gamma}_{ik}^{r_1 r_2} = \begin{cases} |\gamma_{ik}^{r_1 r_2}|, & \text{если } b_m = 1, \\ \gamma_{ik}^{r_1 r_2}, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

6. Модифицировать изображение-контейнер с учетом модифицированного значения  $\tilde{\gamma}_{ik}^{r_1 r_2}$ :

$$\tilde{\Phi} = \Phi - \vec{q}_i^{r_1} \gamma_{ik}^{r_1 r_2} (\vec{w}_k^{r_2})^T + \vec{q}_i^{r_1} \tilde{\gamma}_{ik}^{r_1 r_2} (\vec{w}_k^{r_2})^T.$$

7. Повторить п. 2-6 для всех бит внедряемой информации.

Извлечение из модифицированного изображения  $\tilde{\Phi}$  значения бита  $\tilde{b}_m$  контрольной информации, внедренного с помощью собственных векторов  $\vec{q}_i^{r_1}$  и  $\vec{w}_k^{r_2}$ , выполняется следующим образом:

$$\tilde{b}_m = \begin{cases} 1, & \text{если } \tilde{\gamma}_{ik}^{r_1 r_2} > 0, \\ 0, & \text{в противном случае,} \end{cases}$$

где

$$\tilde{\gamma}_{ik}^{r_1 r_2} = (\vec{q}_i^{r_1})^T \tilde{\Phi} \vec{w}_k^{r_2}.$$

Для демонстрации работоспособности разработанного метода субинтервального скрытого внедрения были проведены вычислительные эксперименты.

Например, пусть внедряемая контрольная информация содержит 32768 бит и представлена в виде бинарного изображения 512×64 пикселей (рисунок 2а); частотная область разбита на 16×16 субинтервалов.

Маска субинтервалов (белый цвет), в которые осуществляется внедрение, приведена на рисунке 2б. Для внедрения использовано 58 субинтервалов.

В качестве исходного изображения-контейнера использовано изображение (рисунок 3а), размерностью 512×512 пикселей. В результате внедрения 32768 бит контрольной информации получено изображение, приведенное на рисунке 3б.

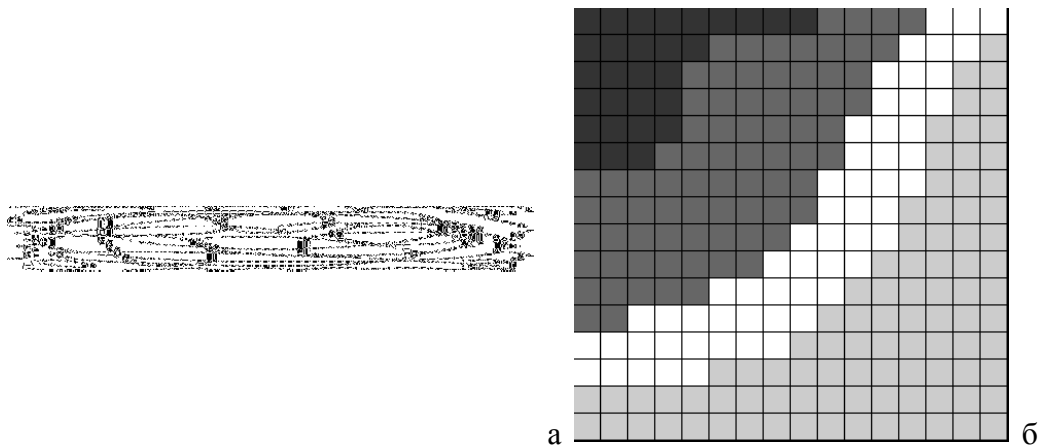


Рисунок 2. Внедряемая информация (а),  
маска использованных для внедрения субинтервалов (б)



Рисунок 3. Изображение-контейнер: исходное (а), с внедренными данными (б)

Искажение (среднеквадратическое отклонение, MSE) изображения-контейнера с внедренными данными составило 0,097 (визуально искажения практически не наблюдаются).

Затем на изображение-контейнер с внедренными данными был наложен случайный равномерно распределенный шум с отношением шум-сигнал  $NSR = 0,03$ . При этом коэффициент правильного извлечения составил 1 (контрольные данные объемом 32768 бит извлечены без искажений).

### Выводы

Скрытное внедрение контрольной информации в изображение позволяет организовать контроль за использованием и распространением изображений. Предложенный метод скрытного внедрения основан на субинтервальном анализе изображений в рамках косинус преобразования. При внедрении осуществляется модификация проекций изображения-контейнера на собственные векторы субинтервальных матриц косинус преобразования.

Результаты проведенных вычислительных экспериментов показали высокую эффективность применения разработанного метода с позиций скрытности, объема внедренной информации и устойчивости к случайным шумам.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-07-00657.*

**Литература**

1. Конахович Г.Ф., Пузыренко А.Ю. Компьютерная стеганография. Теория и практика. – Киев: «МК-Пресс», 2006. – 288 с.
2. Болгова Е.В., Черноморец А.А., Черноморец Д.А. О субполосном анализе изображений в области определения косинус-преобразования // Информационные системы и технологии. 2019. №6 (116). С. 5-11.
3. Болгова Е.В. Свойства субинтервальных матриц двумерного косинусного преобразования // Информационные системы и технологии. 2017. №6 (104). С. 19-28.
4. Черноморец А.А., Болгова Е.В., Черноморец Д.А. Обобщенный субполосный анализ на основе унитарных преобразований // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика. 2015. №7 (204). С. 97-104.
5. Черноморец А.А., Болгова Е.В., Черноморец Д.А. О квазисубполосных матрицах косинус-преобразования // Научный результат. Информационные технологии. 2019. Т. 4. №3. С. 11-19.
6. Жилияков Е.Г., Черноморец А.А., Голощапова В.А. Реализация алгоритма внедрения изображений на основе использования неинформационных частотных интервалов изображения-контейнера // Вопросы радиоэлектроники. 2011. Т. 4. №1. С. 96-104.
7. Жилияков Е.Г., Черноморец А.А., Болгова Е.В. О разложении изображений по собственным векторам субполосных матриц // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика. 2014. №15 (186). С. 185-189.

УДК 004.4

**ИЗМЕРЕНИЕ И ОБРАБОТКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ МАГНИТНОГО ПОЛЯ,  
СОЗДАВАЕМОГО ВОЗДУШНЫМИ ЛИНИЯМИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ  
НА СЕЛИТЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ****MEASUREMENT AND PROCESSING OF INDICATORS OF A MAGNETIC FIELD,  
CREATED BY AIR ELECTRIC TRANSMISSION LINES  
IN RESIDENTIAL AREAS**

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

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

e-mail: office@ugatu.su

**Аннотация.** В статье рассмотрен способ измерения и обработки параметров магнитного поля, создаваемого воздушными линиями электропередач на селитебных территориях с помощью смартфонов на операционной системой Android. Также будут рассмотрены технические и программные аспекты, касающиеся разработки приложения, а именно: учёт индивидуальных особенностей магнитометров, встроенных в смартфон,

таких как: их количество, режимы работы датчика, рабочие частоты, зависимость возможной частоты обращения к датчику от загруженности смартфона, программные решения некоторых вопросов: ограничение на отправку данных, измеряемых с меньшей частотой, чем требуется; временное хранение данных внутри устройства и протокол их отправки на сервер, для дальнейшего хранения в базе данных и визуализации на карте на веб-сайте. Также планируется реализовать предобработку получаемых данных на мобильном устройстве пользователя: перед отправкой данных необходимо будет фильтровать массив данных от погрешностей, а также определять и игнорировать измерения в зонах аномалий, создаваемых бытовыми приборами или другими факторами. Еще один аспект, что будет рассмотрен - выбор языка программирования для реализации приложения и сравнение его с другими вариантами.

**Abstract.** The article describes a method for measuring and processing the parameters of the magnetic field created by overhead power lines in residential areas using smartphones running the Android operating system. Also, technical and software aspects related to application development will be considered, namely: taking into account the individual characteristics of magnetometers built into the smartphone, such as: their number, operating modes of the sensor, operating frequencies, the dependence of the possible frequency of access to the sensor on the smartphone load, software solutions of some questions: restriction on sending data, measured with a lower frequency than required; temporary storage of data inside the device and the protocol for sending it to the server, for further storage in the database and visualization on a map on the website. It is also planned to implement pre-processing of the received data on the user's mobile device: before sending the data, it will be necessary to filter the data array from errors, as well as determine and ignore measurements in the anomaly zones created by household appliances or other factors. Another aspect that will be considered is the choice of a programming language for implementing the application and comparing it with other options.

**Ключевые слова:** магнитное поле, воздушные линии электропередач, магнитометр, приложение на Android, геоинформационная система, селитебные территории.

**Keywords:** a magnetic field, air electric transmission lines. magnetometer, Android application, GIS, residential areas.

Как известно, основным фактором влияния систем электропередач на человека является создаваемое этими системами электромагнитное поле промышленной частоты (50 Гц, ЭМП ПЧ).

Источников у такого поля множество: высоковольтные подстанции, воздушные линии электропередач, транспорт, связанный с высоковольтным током, бытовая техника и другие устройства, связанные с потреблением электричества.

На сегодняшний день существует ряд нормативов, регулирующих показатели характеристик электромагнитного поля, принятых в целях уменьшения воздействия ЭМП ПЧ на человека.

Так благодаря исследованиям международного агентства по исследованию рака (МАИР), была выявлена связь между постоянным воздействием ЭМП ПЧ на человека и онкологическими заболеваниями (0.3-0.4 мкТл).

Также всемирная организация здравоохранения подтвердила эту информацию и ввела свои рекомендации.

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

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

Наиболее наглядным вариантом представления данных, как мы думаем, будет представление их в виде изолиний на карте, с возможностью переключения временных интервалов.

Для этого необходимо разработать для мобильного устройства программное обеспечение, которое будет предоставлять данные для сервера, который и займется построением изолиний.

Приложение разрабатывается под ОС Android, и должно работать следующим образом: должен быть режим считывания, при котором приложение считывает с частотой 50 гц показатели с магнитометра и заносит данные в локальный буфер.

При этом, чтобы снизить нагрузку на телефон. вычисления в этот период не должны производиться.

Через определенное время после считывания данные должны обрабатываться и пересылаться по HTTP в формате json на сервер. Необходимая минимальная частота измерений – 100 измерений в секунду.

Некоторые устройства на операционной системе Android не могут предоставлять доступ к магнитометру с такой частотой из-за различных причин: ограничений самого датчика, или других аппаратных компонентов устройства.

Предлагается ограничить пользователей с такими устройствами от сбора и отправки информации: если ограничения создаются магнитометром, при запуске приложения оповестить пользователя о невозможности использования его телефона для данных целей; если же частота измерений в секунду снижается в процессе измерений, то предлагается прервать процесс измерений и предложить пользователю закрыть другие приложения, снизив нагрузку на телефон, и попробовать позже.

ОС Android предоставляет возможность запускать датчики в различных режимах: *wake-up* и *non-wake-up*.

Режим *wake-up* отличается от *non-wake-up* тем, что оповещает («будит») приложение, когда получает данные. *non-wake-up* же хранит их в локальном буфере, размер которого ограничен.

Некоторые датчики могут не работать в одном из этих режимов, планируется оповещать пользователя о невозможности проводить измерения в этом случае.

На устройстве может быть разное количество магнитометров, однако ОС Android дает работать только с интерфейсом представляющим магнитометр, то есть нет возможности обратиться к какому-то конкретному датчику, и есть вероятность того, что внутри системы уже будет вложен код, который собирает данные с двух датчиков сразу и предоставляет агрегированные измерения.

Приложение можно реализовать на трех различных языках: JavaScript, Java, Kotlin.

JavaScript (js) может быть применен только в связке с программными библиотеками cordova, react native и подобными, т.к. язык является простым, то время разработки приложения существенно уменьшается.

Однако все эти библиотеки добавляют дополнительную задержку ко времени между обращениями к датчику, чего стоит избежать.



Разработка на Java займет больше времени, чем на JavaScript, однако этот язык программирования подходит лучше, т.к. не имеет лишних программных библиотек, которые увеличивают время между обращениями к датчикам.

Kotlin – наиболее подходящий язык из данных трех: он компилируется в практически в те же инструкции для Java Virtual Machine, что и код на Java, т.е. разницы в производительности нет, однако он имеет множество синтаксических улучшений, таких как асинхронные функции, которые уменьшат время разработки.

### **Выводы**

Было спроектировано и спланировано приложение для измерения и обработки показателей магнитного поля, создаваемого воздушными линиями электропередач на селитебных территориях, которое позволит, за счет своей доступности в использовании, собирать большой объем данных.

### **Литература**

1. Прокофьева А.С., Григорьев О.А. Магнитное поле воздушных линий электропередач в московском регионе: обобщенные результаты измерений и их оценка // Гигиена. – 2014. – С. 761-765.
2. Стурман В.И. Картографирование электромагнитных полей промышленного диапазона частот в городе Петрозаводске // Принципы экологии. – 2017. – С. 73-76.
3. Рубцова Н.Б., Токарский А.Ю., Лазаренко Н.В., Самусенко Т.Г. Методические принципы гигиенической оценки электромагнитных полей промышленной частоты на рабочих местах персонала электросетевых объектов и их реализация // Acta Biomedica Scientifica. – 2006. – №3. – С. 7-12.
4. Стурман В.И. Картографирование электромагнитных полей промышленного диапазона частот в городе Белгороде // научные ведомости. – 2017. – №18. – С. 183-191.
5. Гошин М.Е., Банин И.М. Оценка суммарной реальной нагрузки электромагнитных полей промышленной частоты 50 гц от различных источников в местах наиболее длительного пребывания человека // Безопасность здоровья человека. – 2017. – №2. – С. 12-26.
6. Губернский Ю.Д., Гошин М.Е., Банин И.М. Оценка уровней воздействия электромагнитных полей промышленной частоты от различных источников в условиях жилой и офисной среды // Hygiene and sanitation. – 2017. – №96. – С. 1045-1048.
7. Воробьев А.В., Воробьева Г.Р. Подход к оценке относительной информационной эффективности магнитных обсерваторий сети INTERMAGNET / А.В. Воробьев, Г.Р. Воробьева // Геомагнетизм и Аэрономия. Т. 58 №5. С. 648-652. 2018.
8. Воробьев А.В., Воробьева Г.Р. Корреляционный анализ геомагнитных данных, синхронно регистрируемых магнитными обсерваториями INTERMAGNET // Геомагнетизм и аэрономия. Т. 58, №2, С. 187-193. 2018.
9. Воробьев, А.В. Геоинформационная система для амплитудно-частотного анализа данных наблюдения геомагнитных вариаций и космической погоды / А.В. Воробьев, Г.Р. Воробьева // Компьютерная оптика. – 2017. – Т. 41, в. 6. – С. 963–972 (doi: 10.18287/2412-6179-2017-41-6-963-972).
10. Воробьев, А.В. Статистические взаимосвязи вариаций геомагнитного поля, аврорального электроджета и геоиндуцированных токов / А.В. Воробьев, В.А. Пилипенко, Я.А. Сахаров, В.Н. Селиванов // Солнечно- земная физика. – 2019. – Т.5, №1. – С. 48-58 (doi: 10.12737/szf-51201905).

УДК 004.896

**КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ  
ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В  
НЕФТЕГАЗОВОМ КОМПЛЕКСЕ**

**THE CONCEPTUAL ISSUES  
OF APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES  
IN OIL AND GAS COMPLEX**

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: shakir.mehtieff@gmail.com

**Аннотация.** Технологические прорывы в области разведки, бурения и добычи нефти и газа, растущие проблемы нефтегазового комплекса, а также падение цен на нефть, предопределили появление междисциплинарного подхода, который требует, чтобы некоторые критические процессы были полуавтоматизированы, а некоторые полностью автоматизированы. В этом контексте использование технологий искусственного интеллекта в нефтегазовом комплексе приобрело значительный интерес и привело к росту рынка в этой отрасли. Искусственный интеллект состоит из различных инструментов, таких как машинное обучение, искусственные нейронные сети, нечеткая логика и экспертные системы. Совместно с такими технологиями Индустрии 4.0, как большие данные, интернет вещей, облачные вычисления и робототехника, искусственный интеллект существенно влияет на отрасль, помогая ей в разработке передовых приложений для обслуживания и управления инфраструктурой, принятия обоснованных решений в геологоразведке и определения новых нефтегазовых месторождений, в соблюдении экологических норм и обеспечении безопасности работников. В данной работе рассматриваются и анализируются применения технологии искусственного интеллекта в нефтегазовом комплексе. Кратко изложены концептуальные вопросы реализации. Проведенный анализ может внести вклад в дальнейшее развитие решения этого вопроса.

**Abstract.** Technological breakthroughs in the field of exploration, drilling and production of oil and gas, growing problems of the oil and gas sector, as well as falling oil prices have predetermined the emergence of an interdisciplinary approach that requires some critical processes to be semi-automated and some fully automated. In this context, the use of artificial intelligence technologies in the oil and gas sector has gained considerable interest and has led to the growth of the market in this industry. Artificial intelligence consists of various tools, such as machine learning, artificial neural networks, fuzzy logic, and expert systems. Together with Industry 4.0 technologies such as big data, the Internet of things, cloud computing and robotics, artificial intelligence significantly affects the industry, helping it to develop advanced applications for maintenance and infrastructure management, make informed decisions in exploration and identify new oil and gas fields, compliance with environmental

standards and ensuring the safety of workers. This paper discusses and analyzes the application of artificial intelligence technology in the oil and gas sector. Outlines conceptual implementation issues. The performed analysis can make contribute to further development of the solution of this issue.

**Ключевые слова:** Индустрия 4.0, Интернет вещей, искусственный интеллект, большие данные, нефтегазовый комплекс.

**Keywords:** Industry 4.0, Internet of Things, artificial intelligence, Big data, the oil and gas complex.

Согласно прогнозам, нефть и газ будут важным источником энергии в дополнение к возобновляемым и альтернативным источникам энергии [1]. Следует отметить, что в настоящее время перспективы развития нефтегазовой отрасли являются проблемными из-за многих факторов. Наиболее существенными из них являются низкие цены на нефть, сложности извлечения нефти из твердых и особо твердых пород, растущее проникновение возобновляемых источников энергии, электромобили и ужесточение экологических норм. В этих условиях компании НГК должны быть заинтересованы в быстром внедрении многих научных и технических инноваций, которые позволили бы им повысить эффективность и сократить расходы. В данном контексте Индустрия 4.0 (*Industry 4.0*), предполагающая полную автоматизацию, становится все более актуальной для НГК [2]. Отметим, что Индустрия 4.0 обязана глобальной цифровизации и многим ключевым технологиям: Интернету вещей (*Internet of Things*), большим данным (*Big data*), облачным вычислениям (*cloud computing*), робототехнике (*robotics*) и, в том числе, искусственному интеллекту (*artificial intelligence*). Внедрение этих технологий в НГК способствует разработкам инновационных приложений для обслуживания и управления инфраструктурой, определения новых нефтяных скважин и обеспечения безопасности работников. В связи с растущими проблемами, с которыми НГК сталкивается в разведке и разработке углеводородов, появляется междисциплинарный подход, требующий, чтобы некоторые критические процессы были полуавтоматизированы, а некоторые полностью автоматизированы.

За последнее десятилетие использование решений Индустрии 4.0 в НГС привлекло внимание основных акторов в этой сфере, что, в свою очередь, привело к росту рынка искусственного интеллекта (ИИ) [3, 4].

ИИ – это отрасль компьютерной науки, которая использует методологию мышления человека и вычислительные возможности компьютеров для выполнения или имитации работы человеческого мозга [5]. В инженерной практике это означает решение возникающих проблем с возможностью одновременного учета всех эффективных параметров некоторого процесса. Основные принципы ИИ включают в себя рассуждения, знания, планирование, обучение, общение, восприятие и способность манипулирования объектами [6]. Кроме того, он имеет способность к обобщению и обучению непосредственно из данных различных областей. Согласно данным Института прикладного искусственного интеллекта (*Artificial Intelligence Applications Institute*) применение технологий ИИ имеет перспективы в следующих задачах:

- обоснование на основе случая: адаптация методологии на основе прошлых доказательств и существующих корпоративных ресурсов, таких как базы данных для экспериментальной диагностики и поиска неисправностей;

- генетические алгоритмы: адаптация техники поиска с очень широкой применимостью в планировании, оптимизации и адаптации моделей;

- планирование и рабочий процесс: моделирование, постановка задач, выполнение, мониторинг и координация различных усилий;
- интеллектуальные системы: подход к построению систем, основанных на знаниях.

Рассмотрим технологии, которые используются с ИИ в НГК для автоматизации и оптимизации операций при максимизации доходов.

*Интернет вещей (ИВ).* Полевые устройства, такие как датчики, камеры, роботы, дроны и др. в режиме реального времени собирают данные о сейсмической активности, температуре, давлении, вибрации и др. и обеспечивают интеллектуальный прогноз, который максимизирует эффективность и обеспечивает безопасность. Устройства ИВ на базе ИИ помогают контролировать морские платформы, нефтегазовые скважины, нефтеперерабатывающие заводы, трубопроводы, логистику, транспортировку готовой продукции, маркетинг и др.

*Машинное обучение.* Помогает оптимизировать проектирование и бурение нефтяных скважин, устранять неполадки в скважинах с недостаточной производительностью, улучшать моделирование пласта, проводить профилактическое и прогностическое обслуживание, находить сланцевые ресурсы и т.д.

*Искусственные нейронные сети (ИНС).* Широко используемый и быстро растущий инструмент ИИ, используемый в промышленной сфере. ИНС использует человеческие атрибуты решения проблем, которые сложно имитировать, используя логические и аналитические методы экспертной системы.

*Нейролингвистическое программирование (НЛП).* Совместно с ИИ помогает автоматизировать и агрегировать новости и информацию. НЛП, машинное обучение и компьютерное зрение могут потенциально улучшить показатели добычи нефти для данных бурения и разведки. Помимо этого, методы НЛП помогают обеспечить ИТ-поддержку с помощью чат-ботов и виртуальных помощников.

*Аналитика больших данных.* Совместно с ИИ может разрабатывать модели оценки и прогнозирования, которые помогают собирать и анализировать динамику производственной процедуры. Аналитика больших данных требует существенных вычислительных мощностей. Данная задача решается на платформе облачных вычислений.

Отметим, что использование этих инструментов помогает преобразовать данные в ценную информацию, которая может в дальнейшем применяться на различных этапах жизненного цикла НГК. Рассмотрим некоторые возможные применения ИИ в так называемых сегментах НГК: *Upstream, Midstream* и *Downstream* [7, 8].

*Сегмент Upstream* – состоит из этапов поисково-разведочного бурения и добычи углеводородов (нефти и природного газа).

Одним из основных аспектов деятельности в НГК является бурение эксплуатационного участка. Бурение является технически сложной и дорогостоящей операцией. Устранение риска бурения, использование больших данных для улучшения эксплуатационных показателей и превращение традиционной производственной системы в новые прогностические технологии являются факторами, стимулирующими рост мирового рынка ИИ в НГК. Использование ИИ для точного бурения помогает исключить человеческий фактор, помогает снизить риски несчастных случаев, разливов

нефти, пожаров и повышает скорость проходки. Интерпретация данных с его помощью выявляет важные геологические особенности, например, аномально высокие пластовые давления, несоответствия и физические границы сырьевых пластов. Точная информация, предоставляемая технологией ИИ, очень важна для операторов, потому что геологи иногда не могут получить всю информацию из-за плохого состояния скважин или других внешних факторов. В дальнейшем по данным бурения в геологоразведочных скважинах строится трехмерная модель месторождения. Оптимальное расположение добывающих скважин на месторождении также производится с помощью ИИ.

В НГК необходимо оптимизировать техническое обслуживание, потому что его выполнение непосредственно влияет на работоспособность активов и составляет существенную часть расходов. Следовательно, необходимо решать, какие активы должны быть расставлены по приоритетам для проверки и обслуживания, а какие активы могут быть исключены для последующего обслуживания. Тенденция заключается в использовании системной оценки рисков для оптимизации плана. Но поскольку эта оценка выполняется вручную, она считается трудоемкой, предъявляет высокие требования к усилиям и уязвима для предубеждений и ошибок человека. Во время инспекции и обслуживания технический персонал стремится обнаружить любые аномалии, угрожающие эксплуатационной целостности нефтегазовых активов. Используются различные методы, такие как ультразвуковое тестирование, рентгенография, утечка магнитного потока и т.д. Однако, на основе индивидуального опыта у технического персонала вырабатываются навыки принятия решения, которое успешно использовалось в прошлых практиках, но в настоящее время требует существенной коррекции. Система интеллектуального обслуживания на базе ИИ, при котором обслуживание выполняется только тогда, когда это необходимо и до того, как произойдет сбой, может существенно снизить затраты

*Сегмент Midstream* – исходное сырье заполняется в первичные резервуарные батареи, где нефть отделяется от газа и воды и далее транспортируется на перерабатывающие предприятия. Управление нефтяным резервуаром включает несколько технических аспектов, таких как интерпретация сейсмических данных, геология, управление резервуаром, добыча и т.д., для которых степень оптимизации и обслуживания очень высока. Системы ИИ могут быть обучены на основе этих технических данных и помогают в полевом надзоре, снижении затрат на техническое обслуживание резервуара, разработке резервуара и т.д. Мониторинг транспортировки нефти и газа обеспечит безопасность работников и окружающей среды в целом. Аварии могут отслеживаться с помощью интеллектуального видеонаблюдения, роботов, дронов и др., чтобы уменьшить степень потенциального ущерба. Частые проверки оборудования и оценка рисков помогут компаниям в принятии прогнозных мер во избежание непредвиденных обстоятельств. Например, трубопровод имеет систему для обнаружения любой утечки нефти. В настоящее время эта система обслуживается персоналом операторов, которые должны находиться в режиме ожидания и отслеживать состояние системы трубопроводов. Они должны учитывать различные рабочие параметры трубопровода, такие как давление, температура и расход, чтобы выявить неустойчивость процессов и любые нарушения. Существенным недостатком подобной системы являются повышенные требования к квалификации персонала и сравнительно высокая вероятность ложных тревог. Эта же задача будет выполняться лучше и быстрее при помощи ИИ, потому что включает в себя тип задачи распознавания образов. Другим применением ИИ в системе наблюдения за трубопроводом – обнаружение и определение типа угроз при сторонних работах вблизи трубопровода.

*Сегмент Downstream* – здесь нефть или природный газ перерабатываются в конечные продукты, такие как бензин, керосин, реактивное топливо, дизельное топливо, мазут, смазочные материалы, сжатый газ, пластмассы, фармацевтическое сырье и другие материалы. В этом сегменте решающее значение, как и для любого бизнеса имеет поддержка клиентов и взаимодействие с клиентами. Чат-боты (*chatbots*) на основе ИИ помогают компаниям НГК взаимодействовать со своими клиентами, предоставляя информацию о продуктах, решая их вопросы, рекомендации и т.д. Чат-боты могут проводить опросы на своих веб-сайтах для сбора отзывов клиентов и дальнейшего повышения качества обслуживания клиентов.

Таким образом, применение технологий ИИ в различных сегментах НГК оказывает огромное влияние на их эффективное функционирование, ведет к экономии времени, минимизации рисков, экономии затрат, повышению эффективности и решению многих задач оптимизации.

### **Выводы**

Поскольку системы ИИ могут автоматизировать и оптимизировать процессы, насыщенные большими данными, они помогают минимизировать или исключить дублирование усилий и в дальнейшем снизить бизнес-риски. Это повышает производительность и сводит к минимуму общие эксплуатационные расходы. Во всем мире компании НГК пересмотрели свои производственные стратегии и операционные модели, чтобы включить ИИ как важный элемент трансформации бизнеса.

Проведенные исследования в данной работе показывают, что ИИ представляет большой интерес и значение для эффективного решения задач НГС, в том числе, для уменьшения вероятности ошибок при принятии управленческих решений, приспособленных к периоду низких и непредсказуемых цен на углеводороды. ИИ оказывает существенное влияние на отрасль, и его применения продолжают расти. Известные его применения для интерпретации данных каротажа, диагностики бурового долота с использованием нейронных сетей и интеллектуального интерфейса симулятора пласта доказали свою эффективность. ИИ применяется для решения многих проблем в НГК, которые включают в себя распознавание сейсмических изображений, характеристику пласта, прогноз проницаемости и пористости, диагностику буровых долот, оценку падения давления в трубах и скважинах, оптимизацию добычи скважин, производительность скважин, общие операции по принятию решений и т.д.

*Работа выполнена при поддержке Научного фонда Государственной нефтяной компании Азербайджанской Республики (ГНКАР) – Контракт №: 03LR – АМЕА.*

### **Литература**

1. BP Energy Outlook. 2019. Доступно на: <https://clck.ru/Pcf94>
2. Fataliyev T.Kh., Mehdiyev Sh.A. Analysis and New Approaches to the Solution of Problems of Operation of Oil and Gas Complex as Cyber-Physical System // International Journal of Information Technology and Computer Science (IJTCS). 2018. Т. 10. №11. С. 67-76.
3. Казначеев П.Ф., Самойлова Р.В., Курчиски Н.В. Применение методов искусственного интеллекта для повышения эффективности в нефтегазовой и других сырьевых отраслях // Экономическая политика. 2016. Т. 11. №5. С. 188-197.
4. Ненашев С.В., Ненашева В.А. Польза и вред искусственного интеллекта // Информационные технологии. Проблемы и решения. 2019. Т.1. С. 29-33.
5. Kalogirou S.A. Artificial intelligence for the modelling and control of combustion processes: a review // Progress in energy and combustion science. 2003. Т. 29. №6. С. 515-566.

6. Bhattacharyya P. CS344: Introduction to Artificial Intelligence (associated lab: CS386). 2011.
7. Фаталиев Т.Х., Мехтиев Ш.А. Перспективы применения Интернета вещей в нефтегазовом комплексе // Телекоммуникации. 2018. №9. С. 36-42.
8. Fataliyev T.Kh., Mehdiyev Sh.A. Industry 4.0: The Oil and Gas Sector Security and Personal Data Protection // International Journal of Engineering and Manufacturing (IJEM). 2020. Т.10, №2. С. 1-14.

УДК 004:621.81

## **ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ШТАМПОСВАРНЫХ ТРОЙНИКОВ ПУТЕМ РАЦИОНАЛЬНОГО ВЫБОРА РЕЖИМА ОПЕРАЦИИ ОПРЕССОВКИ**

### **INCREASING THE DURABILITY OF DIE-WELDED TEES BY RATIONALLY SELECTING THE MODE OF CRIMPING OPERATION**

<sup>1,2</sup>Ерофеев В.В., <sup>2,3</sup>Трояновская И.П., <sup>4</sup>Гильманшин Р.А.

<sup>1</sup>Шарафиев Р.Г., <sup>5</sup>Ерофеев С.В., <sup>1</sup>Гужвиев А.А.,

<sup>1</sup>Уфимский государственный нефтяной технический университет,  
ул. Космонавтов, 1, г. Уфа, Республика Башкортостан, 450062, Россия  
<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет»,  
г. Троицк, Российская Федерация  
<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет»,  
г. Челябинск, Российская Федерация,  
<sup>4</sup>ООО НПЦ «Нефтегазинжиниринг»  
г. Уфа, Российская Федерация,  
<sup>5</sup>ООО «НПП Плазмотрон»  
г. Челябинск, Российская Федерация

V.V. Erofeev<sup>1,2</sup>, I.P. Troyanovskaya<sup>2,3</sup>, R.A. Gilmanshin<sup>4</sup>,

R.G. Sharafiev<sup>1</sup>, S.V. Erofeev, A.A. Guzviev<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>Ufa State Petroleum Technological University,  
Kosmonavtov Str., 1, Ufa, Republic of Bashkortostan, 450062, Russia  
<sup>2</sup>FSBEI HE “South Ural state agrarian University”,  
Troizk, Russian Federation  
<sup>3</sup>FSBEI HE “South Ural state University”,  
Chelyabinsk, Russian Federation  
LLC SPC “Neftegazengineering”,  
Ufa, Russian Federation  
NPP “Plazmatron” LLC,  
Chelyabinsk, Russian Federation

e-mail: ervv52@mail.ru

**Аннотация.** Предложенная методика расчетного определения диапазона давлений опрессовки штамповарных тройников, выполненных по различным вариантам их изготовления (без усиления и с усилением горловины с помощью дополнительных элементов), позволяет на стадии заключительного контроля за счет рационального выбора режимов редуцирования сварных трубных изделий,

установленных с учетом их основных конструктивно-геометрических параметров и особенностей процесса сварки, произвести полное снятие остаточных сварочных напряжений путем пластического деформирования металла изделий в зонах максимальной концентрации напряжений вблизи сварных соединений. Корректировка диапазона давлений опрессовки штампосварных тройников позволяет на стадии заключительного контроля существенно повысить их долговечность, а следовательно, и рабочий ресурс трубных изделий и снизить вероятность преждевременных разрушений трубопроводных систем.

**Abstract.** The proposed method for calculating the range of pressure for crimping stamped-welded tees made according to different versions of their manufacture (without strengthening and with strengthening of the neck with additional elements), allows for the final control stage due to the rational choice of reduction modes of welded pipe products, established taking into account their main structural and geometric parameters and features of the welding process, make a complete removal of residual welding stresses by plastic deformation of the metal products in areas of maximum stress concentration near the welded joints. Adjusting the pressure range for crimping die-welded tees can significantly increase their durability at the final control stage, and consequently, the working life of pipe products and reduce the likelihood of premature destruction of pipeline systems.

**Ключевые слова:** штампосварные тройники, долговечность, сварочные напряжения, режимы опрессовки.

**Keyword:** Die-welded tees, durability, welding stresses, crimping modes.

Врезки (тройники, отводы и т.д.) являются наиболее опасными участками трубопроводной системы, в процессе эксплуатации которой наблюдается большое число аварий, сопровождающихся значительными материальными потерями и экологическими последствиями. Одной из причин данных аварий является использование сварочных технологий при изготовлении данных изделий большого диаметра, приводящее к возникновению остаточных сварочных напряжений, и несовершенство геометрических форм конструкций врезок, вызывающее эффект концентрации напряжений вблизи сварных соединений [1, 2 и др.].

Одним из направлений на пути решения проблемы повышения долговечности и надежности участков врезки, является использование технологических приемов по снятию или частичному снижению остаточных сварочных напряжений, которые существенно повысят уровень промышленной безопасности трубопроводных систем.

Тройниковый узел, включающий основную трубу и патрубок, в процессе эксплуатации имеет более сложное напряженно-деформированное состояние, существенно превышающее по сравнению с линейным трубопроводом. В настоящее время в целях снижения нагруженности тройников используют дополнительные элементы (воротники, косынки, накладки и др.) (рисунок 1).

Однако, снижение нагруженности тройников в области повышенной концентрации напряжений, приводит к дополнительному повышению уровня остаточных сварочных напряжений, а также вероятности возникновения дефектов в связи увеличения объема сварочных работ.



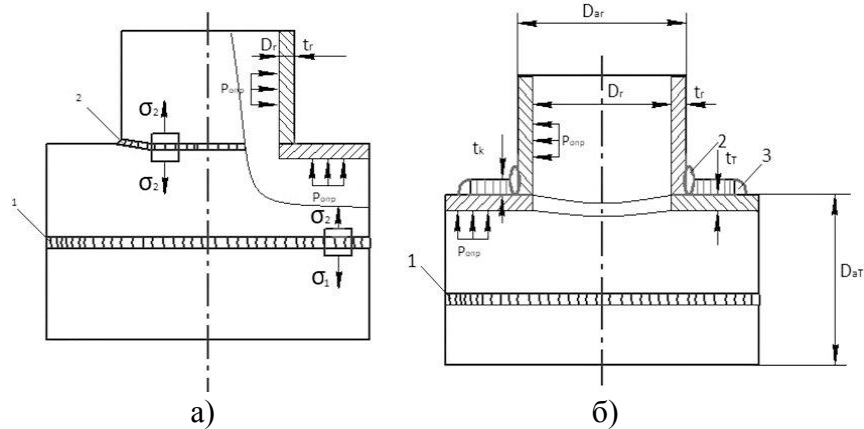


Рисунок 1. Конструктивные особенности изготовления тройников:  
а – без усиления горловины; б – с усилением накладным кольцом

В связи с этим на заключительном этапе контроля качества тройников предполагается использование операции редуцирования (опрессовки), которая позволяет выявить скрытые дефекты в процессе испытания изделий, а также снизить уровень остаточных сварочных напряжений. Операция опрессовки трубных элементов достаточно полно апробирована для линейных оболочковых конструкций, для которых разработано большое количество стендов для проведения процесса редуцирования. Определенные трудности возникают при реализации процесса опрессовки для элементов трубопроводов типа тройников, так как практически отсутствуют расчетно-экспериментальные подходы по определению режимов опрессовки, гарантирующих снятие остаточных сварочных напряжений в области сварных соединений.

Рассмотрим особенности процедуры снятия остаточных напряжений с применением операции опрессовки трубных изделий типа тройников.

Данная операция, используемая ранее для выявления скрытых дефектов и для калибровки (выравнивания) геометрической формы труб, как правило, осуществляется при давлениях, превышающих в 1,25...1,5 раза эксплуатационное давление.

В середине 80-х годов XX века учеными ИЭС им. Е.О. Патона (г. Киев) было предложено использовать процесс опрессовки электросварных труб большого диаметра для снятия или уменьшения уровня остаточных сварочных напряжений, возникающих в процессе изготовления труб. Для этих целей были предложены методики определения режимов опрессовки [3, 4]. В основу механизма снятия остаточных сварочных напряжений был положен эффект локального пластического деформирования металла кольцевых сварных швов, выполненных из менее прочного присадочного металла, возникающий в результате действия контактного упрочнения кольцевых швов [5]. В результате происходит снятие остаточных напряжений  $\sigma_{ост}$  при условии деформирования изделия в упругой области нагружения.

Используя данный механизм снятия полей остаточных напряжений  $\sigma_{ост}$  путем создания локального деформирования металла трубных изделий при упругом нагружении конструкции в целом, в настоящей работе, была предложена методика определения режимов опрессовки тройников в результате действия эффекта концентрации напряжений в окрестности сварных соединений (продольных швов тела трубы или в узлах соединения горловины).

Для количественной оценки эффекта концентрации напряжений использовали величину теоретического коэффициента концентрации  $K_\sigma$ , которая определяется как отношение максимального напряжения в окрестности концентратора  $\sigma_{max}$  к

номинальному значению напряжения  $\sigma_n$  в соответствующей точке без концентратора напряжений:  $K_\sigma = \sigma_{\max} / \sigma_n$ .

Как показал анализ конструкций тройников, выполненных без усиления (см. рисунок 1, а), последние изготавливаются с применением стыковых сварных соединений (1), расположенных вдоль магистральной оси и испытывающих напряжения  $\sigma_1 = p(R_T/t_T)$ , действующие поперек сварного шва (здесь  $R_T$  и  $t_T$  – соответственно радиус и толщина стенки тела трубы тройника). Горловина тройника соединена с телом трубы стыковым швом (2), который по отношению к ней является кольцевым, воспринимающим напряжения  $\sigma_2 = p(R_T/2t_T)$  (рисунок 1, а) (здесь  $R_T$  и  $t_T$  – соответственно радиус и толщина стенки горловины тройника).

Усиленные тройники с накладным кольцом (см. рисунок 1, б) изготавливаются с применением стыковых сварных соединений, расположенных вдоль магистральной оси и испытывающих напряжения  $\sigma_1 = p(R_T/t_T)$ , действующие поперек сварного шва (1), а также кольцевым стыковым швом (2) в месте соединения горловины тройника и накладного кольца. Данное накладное кольцо на заключительном этапе изготовления тройника приваривается к телу тройника с помощью нахлесточных соединений (3).

Концентрация напряжений в области стыковых швов (в точке перехода от шва к основному металлу) обусловлена геометрическим несовершенством формы шва. В работах [6,7] приведены различные методики для оценки коэффициента концентрации  $K_\sigma$  в наиболее нагруженных зонах сварных соединений. В частности, для определения  $K_\sigma$  в стыковых сварных соединениях приведена формула Кархина В.А.

$$K_{\sigma_T} = 1 + [\rho(14/B + 1,7/C + 5/t)]^{-0,5}, \quad (1)$$

где  $\rho$ ,  $B$ ,  $C$  и  $t$  – геометрические параметры сварного стыкового соединения (см. рисунок 2).

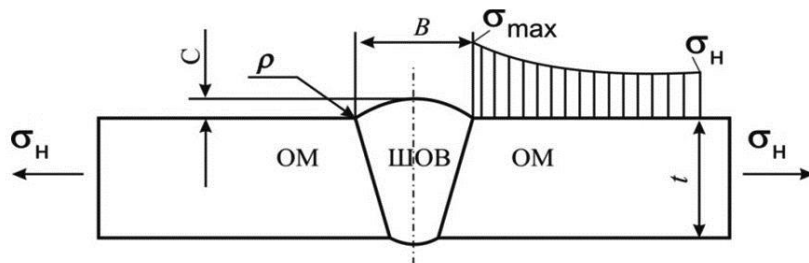


Рисунок 2. Распределение напряжений в стыковом соединении [6]

Использование данной зависимости (1), а также других аналогов, приведенных в литературных источниках, позволяет расчетным путем определить коэффициент концентрации напряжений  $K_{\sigma_T}$  по известным значениям основных параметров, определяющих геометрическую форму стыковых сварных соединений ( $\rho$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $t$ ).

Для оценки коэффициента концентрации напряжений  $K_{\sigma_n}$  в наиболее нагруженных точках нахлесточных сварных соединений (точках А), используемых при монтаже укрепляющих колец, можно воспользоваться соотношением Г.П. Турмана [7,8]

$$K_{\sigma_n} = 1 + 0,2[(2t - k/\rho^A)]^{0,5}, \quad (2)$$

где  $k$  – катет углового шва;

$\rho^A$  – радиус в месте перехода от шва к угловому шву (в точке А, рисунок 3).

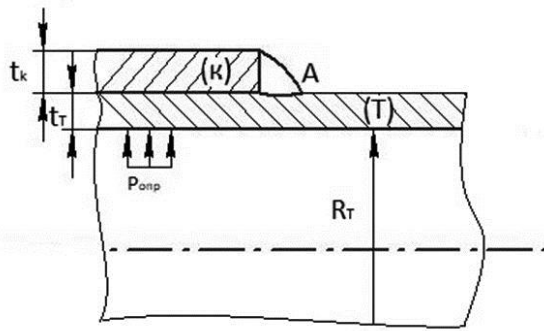


Рисунок 3. Нахлесточное соединение, используемое для монтажа укрепляющего кольца у горловины тройника

Для рассматриваемых тройников в связи с резким переходом от тела трубы к горловине возникает дополнительный эффект концентрации напряжений, который учитывается коэффициентом концентрации напряжений  $K_{\sigma n}$ . В нормативных документах [9,10] рассмотрена методика определения данного коэффициента  $K_{\sigma n}$ , представленная в окончательном виде следующими соотношениями:

$$D_{ат}/D_{ат} > 0.5; K_{\sigma n} = 1,35/[w^{2/3}w_p]; \quad (3)$$

$$D_{ат}/D_{ат} < 0.5; K_{\sigma n} = 0,9/[w^{2/3}w_p], \quad (4)$$

где  $w_p$  – некоторый параметр, определяющийся условиями нагружения (давлением опрессовки  $p_{опр}$ ); свойствами металла тела тройника (модулем упругости  $E_T$ ) и конструктивными размерами тела тройника ( $D_{ат}$ ,  $t_T$ )

$$w_p = 1 + 3,25 (p_{опр}/E_T) (D_{ат} - t_T)/2t_T)^{5/2}; \quad (5)$$

$w$  – некоторый параметр, зависящий от геометрических размеров тела тройника без усиления ( $D_{ат}, t_T$ ) (см. рисунок 1, а) и от геометрических размеров тела тройника с усилением и толщины накладного кольца ( $D_{ат}, t_T, t_k$ ) (см. рисунок 1, б)

Тройник без усиления

$$w = 2 t_T / (D_{ат} - t_T) \quad (6)$$

Тройник с усилением накладным кольцом

$$w = 2(t_T + 0,5t_k)^{5/2} / t_T^{3/2} (D_{ат} - t_T) \quad (7)$$

Концентрация напряжений, обусловленная совместным взаимовлиянием концентраторов напряжений (сварного шва, нахлесточного соединения, перехода от горловины к телу трубы), определяется следующей зависимостью [7]:

Для тройников без усиления

$$K_{\sigma} = K_{\sigma T} \quad (8)$$

Для тройников с усиливающими накладками (кольцом)

$$K_{\sigma} = K_{\sigma T} K_{\sigma n} K_{\sigma H} \quad (9)$$

Как видно, концентрация напряжений в сварном узле горловины тройников существенно выше, чем в продольных швах тройников и в значительной мере зависит от отношения диаметров горловины и тела трубы  $D_{ar}/D_{at}$ , толщины накладного кольца  $t_k$ , катета углового шва нахлесточного соединения и радиуса перехода от шва к основному металлу  $k$  и  $\rho^A$ .

Для оценки нагруженности зоны концентрации была установлена связь между главными напряжениями, действующими поперек сварных соединений, и внутренним давлением в тройнике, выполненном без усиления и с усилением накладками (см. рисунок 1, а, б), в процессе его опрессовки. Для продольных сварных соединений (1), расположенных в теле трубы (см. рисунок 1, а), данная зависимость имеет вид:

$$\sigma_1 = \sigma_H = p_{опр}(R_T/t_T) \quad (10)$$

Для кольцевых стыковых швов горловины (2) (см. рисунок 1, а) данная зависимость имеет вид

$$\sigma_2 = \sigma_H = p_{опр}(R_T/2t_T) \quad (11)$$

Максимальные значения напряжений  $\sigma_{1max} = \sigma_H K_{\sigma}$  и  $\sigma_{2max} = \sigma_H K_{\sigma}$  для рассматриваемого тройника с учетом соотношений (10) и (11) определяются следующими выражениями:

$$\sigma_{1max} = p_{опр}(R_T/t_T)K_{\sigma}; \quad (12)$$

$$\sigma_{2max} = p_{опр}(R_T/2t_T)K_{\sigma} K_{\sigma n} \quad (13)$$

При наличии усиливающих элементов (например, кольца) (см. рисунок 1, б) концентрация напряжений в зоне перехода от продольного заводского шва (1) к основному металлу практически не изменяется, так как данный шов расположен достаточно далеко за пределами взаимовлияния на него узла горловины. Поэтому максимальные напряжения  $\sigma_{1max}$  в зоне перехода от продольного шва к основному металлу будут определяться тем же самым соотношением (12).

Максимальные напряжения в зоне узла горловины, усиленной накладкой (кольцом) (см. рисунок 1, б), будут определяться общим уровнем концентрации напряжений  $K_{\sigma}$ , который в соответствии с соотношением (9) представляет собой произведение составляющих величин  $K_{\sigma T}$ ,  $K_{\sigma n}$  и  $K_{\sigma H}$ .

$$\sigma_{2max} = p_{опр}(R_T/2t_T)K_{\sigma T} K_{\sigma n} K_{\sigma H}. \quad (14)$$

При разработке расчетной методики для оценки параметров опрессовки штамповварных тройников необходимо учесть некоторые характерные особенности деформирования рассматриваемых трубных узлов. В частности, основным условием при определении режимов опрессовки трубных изделий (труб, отводов, тройников и т.п.) является выбор давлений опрессовки  $p_{опр}$ , которые в зонах концентрации напряжений, находящихся вблизи сварных соединений, с одной стороны, гарантировали пластическое деформирование металла тела трубы, и, с другой стороны, обеспечивали упругое нагружение тела тройника вдали от концентраторов напряжений. Математически данные условия можно представить в следующем виде

$$p_{пл} < p_{опр} < p_{упр} \quad (15)$$

где  $p_{пл}$  – нижняя граница диапазона давления опрессовки, начиная с которого обеспечивается пластическое деформирование металла тройника в зонах концентраторов напряжений;

$p_{упр}$  – верхняя граница диапазона давления опрессовки, при котором обеспечивается упругое деформирование металла тройника вдали от сварных соединений.

Границы данного диапазона изменения давлений опрессовки, представленного в виде неравенства (15), определяются из следующих условий:

$$\max \left\{ \begin{array}{l} \sigma_T t_T K_{\sigma T} / R_T \\ \sigma_T 2t_T K_{\sigma T} K_{\sigma H} / R_T \end{array} \right. < p_{опр} < \min \left\{ \begin{array}{l} \sigma_B t_T K_{\sigma T} / R_T \\ \sigma_T 2t_T K_{\sigma T} K_{\sigma H} / R_T \end{array} \right. \quad (16)$$

### Литература

1. Ерофеев В.В. Исследование напряженного состояния сварных тройниковых соединений действующих нефтепродуктопроводов / В.В. Ерофеев, Р.А. Гильманшин, И.Р. Сагадеев и др. // Проблемы сбора, подготовки, транспорта нефти и нефтепродуктов, УГНТУ, 2017, №2. – С. 91-103.
2. Ерофеев В.В. Определение рабочего ресурса сварных соединительных узлов магистральных трубопроводов по данным диагностики их технического состояния / В.В. Ерофеев, Р.А. Гильманшин, И.Р. Сагадеев и др. // Управление качеством в нефтегазовом комплексе, 2017, №2.– С. 37-39.
3. Нетребский М.А. Определение давления опрессовки сосудов высокого давления с мягкими кольцевыми швами / М.А. Нетребский // Многослойные сварные конструкции и трубы: Материалы 1 Всесоюзн. конф. – Киев: Наукова думка, 1984. – С. 85-91.
4. Нетребский М.А. О прочности кольцевых швов сосудов высокого давления / М.А. Нетребский // Многослойные сварные конструкции и трубы: Материалы I Всесоюзн. конференции. – Киев: Наукова думка, 1984. – С. 354-359.
5. Шахматов, М.В. Инженерные расчеты сварных оболочковых конструкций / М.В. Шахматов, В.В. Ерофеев. – Челябинск: ЧГТУ, 1995. – 229 с.
6. Николаев Г.А. Сварные конструкции. Расчет и проектирование: Учебник для вузов / Г.А. Николаев, В.А. Винокуров. – М.: Высшая школа, 1990. – 446 с.
7. Гареев А.Г. Особенности разрушения материалов нефтегазопроводов /А.Г. Гареев, М.А. Худяков, Т.Г. Абдуллин и др. – Уфа: Изд-во «Гилем», 2006 – 156 с.
8. Турмов, Г.П. Определение коэффициентов концентрации напряжений в сварных соединениях / Г.П. Турмов // Автоматическая сварка – 1976. – №10.– С. 14-17.
9. РД 10-400-01. Нормы расчета на прочность трубопроводов тепловых сетей, 2001.
10. СНиП 2.05.06-85 Магистральные трубопроводы.

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОНОМИКЕ, УПРАВЛЕНИИ И БИЗНЕСЕ

УДК 004.4

### ПРОБЛЕМЫ С ДОГОВОРАМИ И СПОСОБ ИХ РЕШЕНИЯ

### PROBLEMS WITH CONTRACTS AND HOW TO SOLVE THEM

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

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

e-mail: d.rufina.98@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассматриваются проблемы, возникающие в организациях при накапливании огромного количества документов, которые ведут к замедлению работы. Рассмотрен процесс «Закупка товаров и услуг». Его цель заключается в обеспечении организации необходимыми товарами и услугами для поддержания основной деятельности. Процесс зависит от эффективности договорной деятельности. Представлена его общая характеристика: определены границы и ресурсы. Процесс был разбит на его составляющие и выявлен бизнес-процесс «Управление договорами», в котором могут быть улучшены некоторые функции. Модели процесса и бизнес-процесса изображены в методологии IDEF0. Выявлены требования окружения существующего бизнес-процесса, такие как: формирование договора в установленные сроки; оперативное получение информации о статусе документа; использование шаблонов для составления договора; быстрота согласования. На требования выставлены оценки. Было принято решение повысить эффективность работы за счет сокращения сроков и повышения прозрачности процесса согласования документов и уменьшения времени на подготовку и поиск необходимых документов с использованием комплекса современных информационных технологий, влияющих на модернизацию внутренних процессов организации. Предлагается использование веб-технологий.

**Abstract.** The article discusses the problems that arise in organizations when accumulating a huge number of documents, which lead to a slowdown in work. The process of “Purchasing goods and services” is considered. Its purpose is to provide the organization with the necessary goods and services to support its core business. The process depends on the effectiveness of the contractual activity. Its General characteristic is presented: borders and resources are defined. The process was broken down into its components and the business process “contract Management” was identified, in which some functions can be improved. The process and business process models are shown in the IDEF0 methodology. The requirements of the existing business process environment are identified, such as: formation of the contract within the established time frame; prompt receipt of information about the document status;

using templates for drawing up a contract; speed of approval. The requirements are evaluated. It was decided to increase the efficiency of work by reducing the time frame and increasing the transparency of the document approval process and reducing the time to prepare and search for the necessary documents using a set of modern information technologies that affect the modernization of internal processes of the organization. The use of web technologies is suggested.

**Ключевые слова:** ресурсы, договор, документооборот, модернизация, согласование.

**Keywords:** resources, contract, document circulation, modernization, agreement.

Управление информационными ресурсами – совокупностью собственных, приобретаемых и поставляемых извне данных, зафиксированных как на бумажных, так и электронных носителях, имеет для организации важное значение.

Формы существования информационных ресурсов могут быть различными:

- бумажные документы;
- электронные документы;
- базы данных;
- базы знаний;
- веб-сайты;
- аудио файлы;
- видео файлы.

В сущности, информационные ресурсы представляют собой общий объем данных и знаний, перемещающихся на предприятии, входящих и исходящих из него материализованных к какому-либо носителю. Основными информационными ресурсами являются используемые документы, так как в них фиксируется все производственно-хозяйственные, финансовые и другие операции.

В основе деятельности любого предприятия лежит работа с документами, документооборот, то есть движение документов в организации с момента их создания или получения до завершения, исполнения или отправления.

При увеличении объемов информации все более очевидна неэффективность использования бумажных документов, так как появляется ряд проблем:

- потеря документов;
- трата времени на ручной поиск и обработку документов;
- создание нескольких копий одного и того же документа;
- трата средств на бумагу и копирование документов;
- трата рабочего времени на подготовку и согласование нужного документа.

Вышеперечисленные проблемы тормозят работу организации.

В условиях современной экономики бумажный документооборот оказывается не в состоянии обеспечить быструю и эффективную обработку больших объемов информации, от которой зависит успех предприятия.

Таким образом, бумажный документооборот становится большим препятствием на пути эффективной работы предприятия.

В организации находится огромное количество договоров по закупке товаров и услуг, поэтому было принято решение рассмотреть процесс «Закупка товаров и услуг».

На рисунке 1 изображена модель процесса «Закупка товаров и услуг».

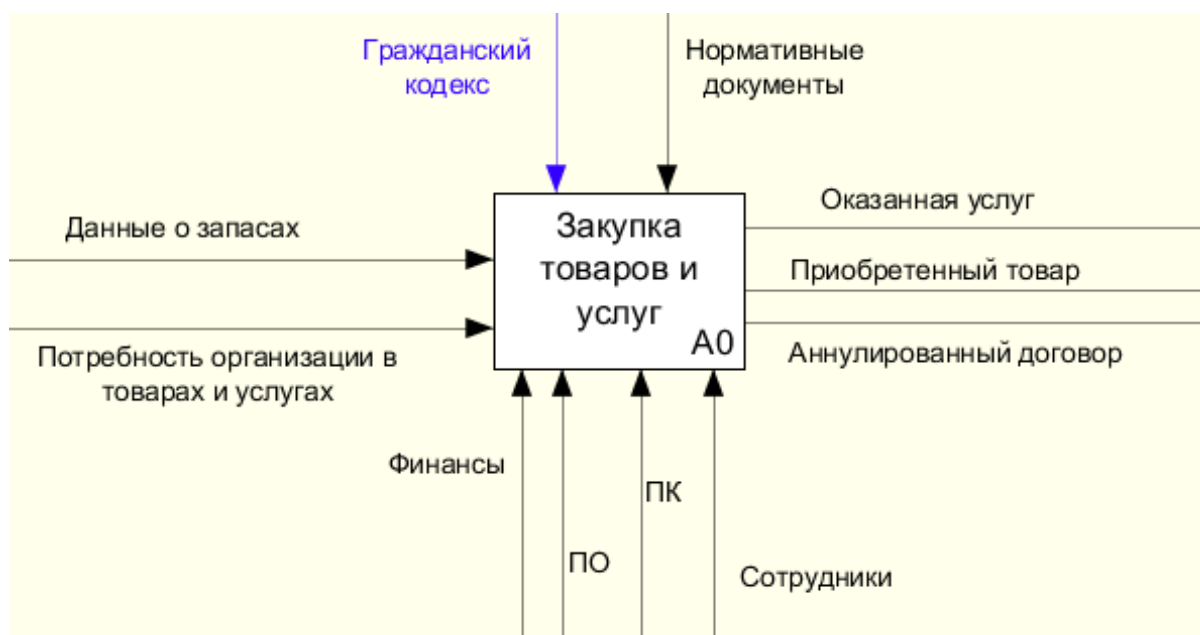


Рисунок 1. Схема процесса «Закупка товаров и услуг» в методологии IDEF0

Целью данного процесса является обеспечение организации необходимыми товарами и услугами для поддержания основной деятельности.

*Описание границ процесса:*

Вход в процесс:

- данные о запасах;
- потребность организации в товарах и услугах.

Выход:

- оказанная услуга;
- приобретенный товар;
- аннулированный договор

Владельцем процесса является генеральный директор.

*Управление в процессе:*

- нормативные документы;
- гражданский кодекс.

В данном процессе используются такие ресурсы, как:

- материальные: финансы;
- технические: ПК, ПО;
- человеческие: бухгалтер, специалист службы безопасности, договорной отдел,

коммерческий директор, генеральный директор, юрист, куратор.

Чтобы понять, где начинается бизнес-процесс «Управление договорами», необходимо разбить сложный процесс на составляющие его функции.

На рисунке 2 представлена декомпозиция процесса «Закупка товаров и услуг».



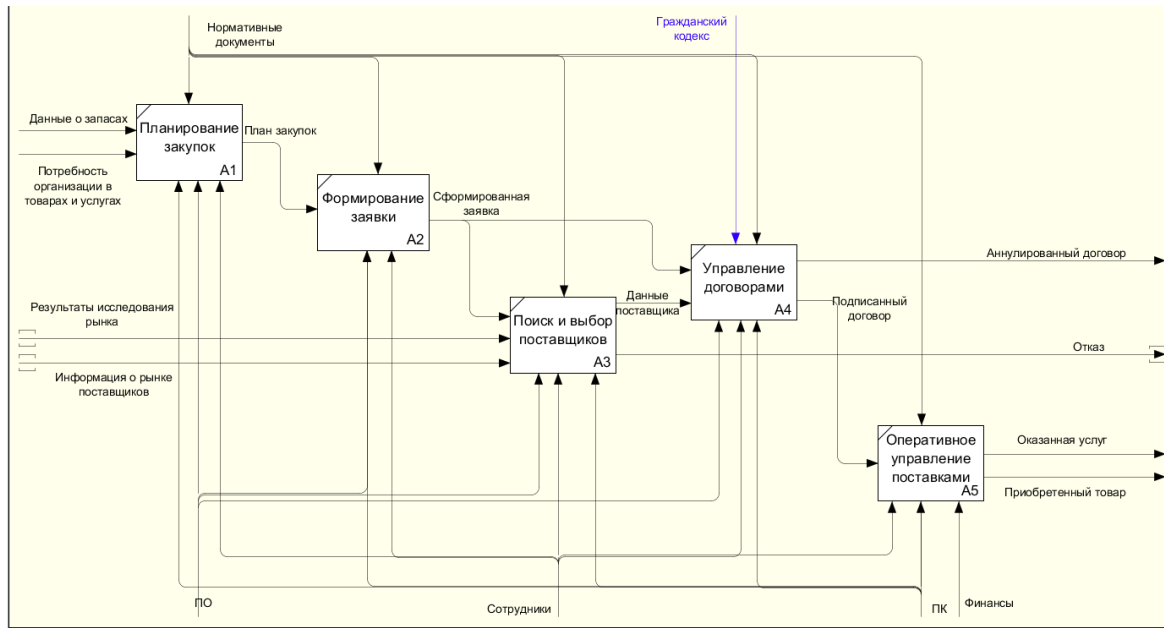


Рисунок 2. Декомпозиция процесса «Закупка товаров и услуг»

Необходимо рассмотреть составляющие функции процесса – в данном случае бизнес-процесс «Управление договорами» (рисунок 3).

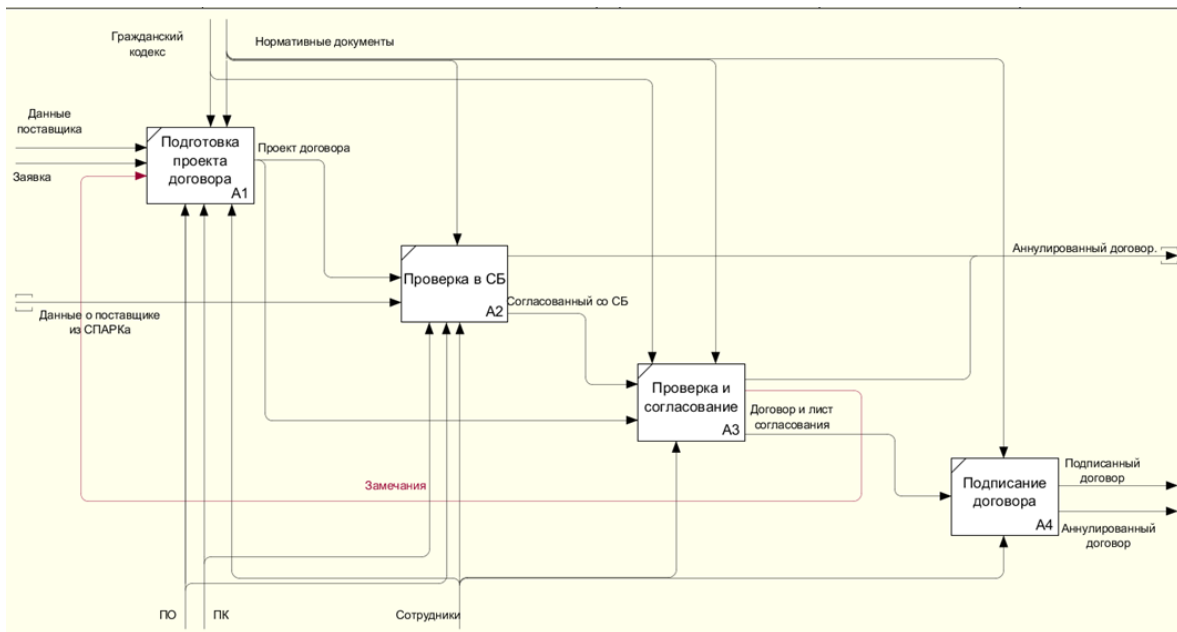


Рисунок 3. Декомпозиция бизнес-процесса «Управление договорами»

В таблице представлен анализ требований окружения существующего бизнес-процесса.

Проставлены оценки к требованиям по шкале от 1 до 3, где

- 1 – плохо,
- 2 – средне,
- 3 – хорошо.

Таблица – Основные требования к существующему бизнес-процессу

№	Требование	Оценка
1	Формирование договора в установленные сроки	1
2	Оперативное получение информации о статусе документа	1
3	Использование шаблонов для составления договора	2
4	Быстрота согласования	1

На основе проведенного анализа, можно сделать вывод, что большинство требований имеют плохую оценку.

На требование «формирование договора в установленные сроки» поставлена оценка «1», так как формирование договора может растянуться на неопределенное количество времени, из-за того, что договор долго перемещается между сотрудниками.

По этой же причине долго длится процесс согласования.

На требование «оперативное получение информации о статусе документа» поставлена оценка «1», так как невозможно отследить, где на данный момент находится договор.

Необходимо повысить эффективность работы за счет сокращения сроков и повышения прозрачности процесса согласования документов и уменьшения времени на подготовку и поиск необходимых документов.

Единственный способ достижения поставленной цели заключается во внедрении автоматизированной системы, с использованием комплекса современных информационных технологий, влияющих на модернизацию внутренних процессов организации, оперативное доведение информации до исполнителя, улучшение взаимодействия подразделения и отдельного исполнителя при работе с документами, контроля по их исполнению, поиску информации, определению стадий исполнения документов и их местонахождения.

Предлагается использовать, распространенные на сегодняшний день, веб-технологии для организации системы документооборота.

### **Выводы**

Главным результатом автоматизации документооборота считается, безусловно, наведение порядка в работе с документами, сокращение сроков принятия управленческих решений и повышение эффективности работы организации в целом.

Таким образом, можно сделать вывод, что важным фактором для успешного ведения бизнеса организации является внедрение системы электронного документооборота.

### **Литература**

1 Покало Ю.Д., Левина Т.М. Автоматизация процесса выпуска и архивного хранения проектно-сметной документации // Информационные технологии. Проблемы и решения: Материалы Международной научно-практической конференции. 2017. № 1 (4). С. 169-174.

2 Малышева, О.С. Управление проектами: учеб. пособие /Авт.-сост. О.С. Малышева, Т.М. Левина. – Уфа: РИЦ УГНТУ, 2014. – 67 с.

УДК 004.415.2

**ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ПРОДАЖ ОРГАНИЗАЦИЙ****INFORMATION SUPPORT FOR SALES OF ORGANIZATIONS**

Кудряшов Д.Д.,

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

D.D. Kudryashov,

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

e-mail: kudryash124@gmail.com

**Аннотация.** Успешное ведение бизнеса невозможно без наличия профессионально созданного корпоративного веб-ресурса. Необходимость профессионально созданного корпоративного веб-ресурса осознано большинство руководителей. Веб-ресурсы очень полезны и удобны, как для пользователей, так и для организаций. Однако, чтобы создать ресурс, нужно для начала понять на достижение какой конкретной задачи или круга задач нацелено его создание. В зависимости от бюджета будет зависеть выбор основной формы документа, на основе которого будет разрабатываться веб-ресурс. Один из ключевых элементов успеха любого ресурса – показатели продаж. Именно они напрямую влияют на финансовое благополучие компании. И, конечно, любая организация стремится к повышению числа клиентов и объемов сбыта выпускаемых товаров. Для достижения этих целей производители делают уникальные, на их взгляд, высококачественные продукты, а также активно прорабатывают веб-ресурс. Продажи веб-ресурса можно увеличить при помощи удобного и красивого дизайна. Веб-ресурс создается для увеличения продаж. Для этого клиенту важно видеть красивую анимированную картинку, на которую так и хочется нажать. А если при нажатии на картинку еще и увидеть нужную ему информацию, так это просто сказка для него.

**Abstract.** Successful business management is impossible without a professionally created corporate web resource. The need for a professionally created corporate web resource was recognized by most managers. Web resources are very useful and convenient for both users and organizations. However, to create a resource, you first need to understand what specific task or range of tasks its creation is aimed at. Depending on the budget, the choice of the main document form that will be used to develop the web resource will depend on. One of the key elements of the success of any resource is sales indicators. They directly affect the financial well-being of the company. And, of course, any organization strives to increase the number of customers and sales of its products. To achieve these goals, manufacturers make unique, in their opinion, high-quality products, as well as actively develop a web resource. Sales of a web resource can be increased by using a convenient and beautiful design. A web resource is created to increase sales. To do this, it is important for the client to see a beautiful animated image that they want to click on. And if you click on the image and see the information he needs, it's just a fairy tale for him.

**Ключевые слова:** веб-ресурс, дизайн, продажи, HTML, CSS

**Keywords:** Web resource, design, sales, HTML, CSS

В последние годы в мире и в РФ быстрыми темпами развилось интернет направление, огромная доля населения имеет выход к его ресурсам, как следствие появилась возможность применения этого в маркетинговых целях.

В современном мире веб-ресурс считается важным атрибутом каждой фирмы, он содействует её продвижению. В случае если в сети, на новостном или же информационном веб-ресурсе упоминается организация, то в обязательном порядке есть гиперссылка на её веб-ресурс. Вследствие чего, в реальное время вопрос присутствия веб-ресурса неактуален, так как у представительной организации или фирмы веб-ресурс наличествует в обязательном порядке.

Присутствие официального веб-ресурса придаёт фирме респектабельность, увеличивает имидж и солидность в глазах покупателей и соперников. Впрочем, отсутствие веб-ресурса у фирмы, тянет за собой легкомысленное восприятие и настороженность покупателей, которые имеют все шансы задуматься, собственно, что рассматриваемая организация не заботится о своём положении, относится несерьёзно к ним, вследствие этого она не стоит времени, гипотетически затраченного на нее.

Не так давно велись изучения, в ходе которых стало известно, что фирмы без веб-ресурса теряют приблизительно 25% выгоды. В случае если же, если у фирмы он имеется, то возможность наращивания количества покупателей сильно растёт. Интернет-пользователи достаточно нередко отыскивают в поисковых системах всевозможные места и услуги, где они предоставляются. Когда пользователь производит поиск определённого учреждения, он попадает на веб-ресурс этого учреждения. Если веб-ресурс будет соответствовать всем требованиям и потребностям клиента, он обязательно воспользуется сервисами предприятия. Если же веб-ресурс будет отсутствовать, никто естественно о нем не узнает.

Создание веб-ресурсов нацелено на достижение какой-либо конкретной задачи. Веб-ресурсы можно отнести к коммерческим, некоммерческим и информационным.

К некоммерческим веб-ресурсам относятся правительственные и социальные ресурсы, веб-ресурсы, принадлежащие учебным учреждениям или определенным лицам. Как правило, главной целью создания таких веб-ресурсов является своевременное донесение информации до населения. Второстепенной целью обычно ставится организация обратной связи.

Коммерческие веб-ресурсы преследуют несколько целей компании, но, одновременно с этим, и решают множество задач. Например, коммерческий веб-ресурс может поспособствовать увеличению клиентской базы компании, повышению продаж, некоторые фирмы специально организуют интернет-площадки для предоставления своих услуг или продаже товаров в режиме онлайн.

Веб-ресурсы, относящиеся к информационным, созданы для того, чтобы информировать пользователей Интернета. Данный вид веб-ресурсов охватывает большое количество аудитории так как: они повествуют нам о новостях политики, общества, о последних достижениях науки и множестве других моментов. Для ресурсов информационных веб-порталов характерна максимально полная и доступная всем пользователям информация. При правильной организации веб-ресурса он сможет приносить прибыль, в случае с коммерческой компанией, или же высокую посещаемость, в случае с организациями некоммерческого характера. Время, затрачиваемое на создание и развитие веб-ресурса, напрямую зависит от грамотности и правильности его оформления.

Целесообразность создания того или иного типа веб-ресурса для бизнеса определяют круг решаемых веб-ресурсом задач, где необходимо выбрать основную цель

создания веб-ресурса и второстепенные цели, и бюджет веб-ресурса. В зависимости от бюджета будет зависеть выбор основной формы документа, на основе которого будет разрабатываться веб-ресурс. От бюджета напрямую зависят: объём веб-ресурса, уровень его технической сложности, профессиональный уровень веб-дизайнера, сроки создания веб-ресурса, число посетителей веб-ресурса, и, следовательно, прибыль от веб-ресурса. Успешное ведение бизнеса невозможно без наличия профессионально созданного корпоративного веб-ресурса. Необходимость профессионально созданного корпоративного веб-ресурса осознано большинство руководителей. Они уже на собственном опыте или на опыте более успешных партнеров убедились в перспективности и реальных преимуществах наличия веб-ресурса при ведении бизнеса.

#### *Увеличение продаж и работа над веб-ресурсом*

Для начала стоит выполнить тестирование всего, что у вас уже есть и потрудиться над самим веб-ресурсом. Возможно, вероятные покупатели элементарно не доходят до кнопки «Купить» или «Оставить заявку».

Нужно определиться, за какими показателями мы будем следить. Для примера возьмем:

- покупку,
- брошенные корзины с товарами,
- просмотры страниц с адресами физических представительств.

Это базисные метрики, их комплект изменяется в зависимости от функций и индивидуальностей веб-ресурса. За посещаемостью ресурса также надо внимательно наблюдать. После настройки целей можно переходить к utm-меткам. Их нужно настроить, чтобы знать, откуда приходит непоисковый трафик: из контекста, с канала на Youtube или из социальных сетей. Настройка систем аналитики довольно принципиальна. С их помощью можно сделать выводы действительно ли полезен канал завлечения покупателей.

#### *Дизайн и юзабилити*

Продажи веб-ресурса можно увеличить при помощи удобного и красивого дизайна.

Можно рассмотреть на примере любого интернет-магазина.

Представим абстрактный интернет-магазин дисков для автомобиля, там прекрасно все, но не карточки товаров. Добавить в корзину товар очень проблематично, так как кнопка добавления находится внизу и её очень трудно заметить. Так же при выборе товара покупателю не предлагаются товары похожей тематики.

В данном случае аналитика «Яндекс.Метрика» выведет, что на этом этапе конверсия очень невысокая – пользователи не могут сразу добавить понравившийся товар в корзину и, после тщетных попыток, уходят с веб-ресурса.

Чтобы не допустить данного расклада нужно поработать над дизайном и юзабилити. Задача – сделать покупку максимально простой и интуитивно понятной. Для этого нужно:

- перенести активную кнопку на видное место,
- сделать ее яркой и бросающейся в глаза,
- подредактировать описания,
- добавить блок похожих и сопутствующих товаров.

Веб-ресурс обязательно должен отображаться в поисковике. Для этого необходима оптимизация каждой страницы и каждого описания товара под подходящие коммерческие запросы.

### *Основные средства разработки*

Представив весь список специализированного программного обеспечения, сложно сделать оптимальный выбор на месте – каждая программа эксклюзивна и имеет ряд особенностей, достоинств и недостатков.

К счастью, среди большого числа лиц вышеуказанных профессий, за годы их плодотворной работы сформировался «рабочий список» наиболее оптимальных программ для создания и редактирования HTML-документов и веб-ресурсов.

HyperText Markup Language (HTML) является стандартным языком, предназначенным для написания гипертекстовых документов в среде WEB [4]. HTML-файлы можно просматривать совершенно разными видами WEB-браузеров. Когда документ написан с использованием HTML, WEB-браузер может интерпретировать HTML для выделения различных элементов документа и первичной их обработки.

PHP – язык, который специально разработан для работы в Интернете. PHP обладает многофункциональным и четким синтаксисом. Этим он напоминает Си, при этом сочетая в себе, достоинства Perl и Си.

Для интернет-приложений используются множество различных баз данных: MySQL, PostgreSQL, MS SQL Server, MS Access и Oracle.

Наиболее распространенными решениями при выборе базы данных для интернет-приложений являются базы данных MySQL и PostgreSQL. Обе эти базы данных – бесплатные продукты с открытым исходным кодом. При этом по своим возможностям и характеристикам они удовлетворяют самым серьезным требованиям.

Каскадные (многоуровневые) таблицы стилей – cascading style sheets (CSS) – мощный стандарт на основе текстового формата, определяющий представление данных в браузере [2].

Если формат HTML предоставляет информацию о составе документа, то таблицы стилей сообщают в каком виде (цвет, расположение объектов и т.д.) отображается html-документ. Таким образом, каскадные таблицы стилей дают возможность хранить содержимое отдельно от его отображения в браузере.

### **Выводы**

В эпоху бурного развития информационных технологий, электронное представительство в сети Интернет необходимо любой организации, будь то коммерческая фирма или образовательное учреждение.

Веб-ресурс позволяет решать целый ряд разнообразных задач, служит визитной карточкой учреждения, привлекает дополнительное внимание целевой аудитории. Чтобы добиться увеличения продаж при помощи сайта, нужно хорошо поработать: проработать дизайн и расположение всех нажимаемых кнопок и меню. Если вовремя следить за мелочами, которые приносят неудобства клиентам, то получится поднять продажи до высоких уровней.

### **Литература**

1. HTML 4.0 в подлиннике / Матросов А., Сергеев А., Чаунин М., СПб.: БХВ-Петербург, 2013, 672 с.
2. Будилов В.А. Javascript, XML и объектная модель документа, СПб, Наука и техника, 2011, 352 с.
3. Велихов С. Справочник по HTML 4.0. – М.: Оверлей, 2011. – 412 с.
4. Волокитин А.В. и др. Интернет-технологии в федеральной целевой программе «Электронная Россия (2010-2020 годы)», М.: Известия: НТЦ «ФИОРД-ИНФО», 2013, 272 с.

УДК 004.942+622.276

**ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ  
В СКАЖИНЕ НА НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ**

**VISUALIZATION OF TEMPERATURE DEPENDENCES  
IN A TALE AT OIL FIELD**

Гаврилов С.В.,

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

S.V Gavrilov,

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

e-mail: thot@mail.ru

**Аннотация.** Приведена общая информация о развитии термических методов исследования нефтяных месторождений и скважин начиная с 17 века по текущий день. Так, первые геотермические наблюдения в нефтяных скважинах проводились Л. Батевичем на Сабунчинской площади Апшеронского полуострова в 1880 г. Указаны основные причины визуализации термических методов исследования. Если ранее термические методы исследования стремились к точности полученной картины месторождения, то теперь также важна оперативность получения необходимых данных и их визуальная интерпретации. На текущий момент, оперативность и точность визуализации полученных данных – основной критерий всех программных комплексов в нефтегазовом бизнесе. Обосновывается экономическая целесообразность использования визуализации и цифровизации процессов в нефтегазовом деле на современном этапе развития технической базы: в частности, уменьшение затрат в следствие своевременного реагирования на изменения на месторождении и скважине, автоматизация многих процессов, ведь современная материальная база и программное обеспечение позволяют это сделать. Рассматривается взаимодействие термических датчиков и программного обеспечения визуализации с помощью базы данных. Даны перспективы использования визуализации различных процессов в нефтегазовом деле в будущем.

**Abstract.** The article reviews general information on the development of thermal methods for the study of oil fields and wells from the 17th century to the present day is given. So, the first geothermal observations in oil wells were carried out by L. Batsevich on the Sabunchinskaya Square of the Absheron Peninsula in 1880. The main reasons for visualizing thermal research methods are indicated. Previously, thermal research methods aimed at the accuracy of the obtained picture of the field, but now it is also important the speed of obtaining the necessary data and their visual interpretation. At the moment, the efficiency and accuracy of visualization of the received data is the main criterion for all software systems in the oil and gas business. The economic feasibility of using visualization and digitalization of processes in the oil and gas business at the current stage of development of the technical base is justified: in particular, cost reduction due to timely response to changes in the field and well, automation of

many processes, because modern material base and software allow this to be done. The interaction of thermal sensors and visualization software using a database is considered. Prospects are given for the use of visualization of various processes in the oil and gas business in the future.

**Ключевые слова:** месторождение, термокаротаж, визуализация, моделирование, нефть, скважина.

**Keywords:** oil field, thermal logging, visualization, simulation, oil, well.

Нефтяные месторождения – это совокупность залежей нефти на определенной территории. В основном с помощью скважин ведется разработка месторождений.

Поскольку непосредственно сложно наблюдать и диагностировать техническое состояние скважин, то для их исследования используется информация, полученная с датчиков.

Согласно Д.И. Дьяконову начало применения термических методов исследования недр в России началось первой половине XVII столетия. В это же время первые геотермические исследования происходили и в ряде других стран. Так, первые геотермические наблюдения в нефтяных скважинах относятся к 1880 г., их проводил Л. Бацевич на Сабунчинской площади Апшеронского полуострова. Развитие геотермии основывается на исследованиях Л.А. Ячевского, проводившего с 1883 по 1914 гг. наблюдения температур в рудниках, шахтах и скважинах различных районов России. Систематическое применение геотермии в нефтяной геологии связано с исследованиями Д.В. Голубятникова, выполненными в 1906-1916 гг. в нефтяных скважинах Азербайджана и Дагестана [1].

В своей работе Д.И. Дьяконов указывает на возможности геотермии по выявлению нарушений колонны и утечек воды, прогнозированию нефтегазоносности недр.

Исследования скважин на основе замеров температуры называют термокаротажем. С точки зрения В.И. Кудинова термокаротаж позволяет дифференцировать породы по температурному градиенту, а, следовательно, по тепловому сопротивлению. Кратковременное охлаждение ствола скважины или нагрев при закачке холодной или горячей жидкости позволяет получить новую информацию о теплоемкости и теплопроводности пластов. Это позволяет определить: местоположение продуктивного пласта, газонефтяной контакт, места потери циркуляции во время бурения скважины или дефекта в обсадной колонне зоны разрыва при гидравлическом разрыве пласта и зоны поглощения воды и газа при закачке [2].

Р.А. Валиуллин рассматривает термические измерения в скважинах, начиная с работ Д.В. Голубятникова и заканчивая 90-ми годами прошлого века.

Как пишет Р.А. Валиуллин в период 1960-1970 годов, исследованиями Ю.В. Капырина, А.И. Маркова, Н.Н. Непримерова, Л.З. Позина, М.Д. Розенбера, Е.В. Теслюка, Г.Ф. Требина и др. были разработаны основы теории и методики термометрии скважин, определён круг основных геолого-промысловых задач, решаемых термометрией. Фактически с этого периода начинается развитие, так называемой высокочувствительной термометрии (или термометрии действующих скважин). В 1978 году в промышленности появляется малогабаритный термометр СТЛ-28 (А.С. Бувевич, И.Л. Дворкин и др.). Большой вклад в развитие скважинной термометрии на этапе опытно-промышленного опробования метода (после 1970 года) внесли Я.Н. Басин, А.Г. Степанов, Б.М. Бикбулатов, М.А. Дубина, Г.А. Закусило, В.Н. Расторгуев, В.П. Толстолыткин, Л.Е. Швецова, А.С. Бувевич, И.Л. Дворкин, В.С. Дорофеев, В.М. Коханчиков, Ю.Н. Кухаренко, А.И. Филипов.



Начиная с середины 80-х годов И.Л. Дворкин, А.И. Филиппов, Р.А. Валиуллин, А.Ш. Рамазанов развивают в новое направление в скважинной термометрии – термометрия скважин при их освоении и опробовании после бурения и капитального ремонта [7].

Дальнейшее развитие использования термических и других методов исследования месторождений идет в сторону визуализации, построения 3D-модели нефтяного месторождения.

Как пишут Р.И. Нургатин и Б.А. Лысов в своей работе: «Появление современных концепций трехмерного моделирования было неизбежным, поскольку это очередной эволюционный шаг в развитии понимания геологической структуры месторождений, обстановки осадконакопления и процессов происходящих при разработке месторождений нефти и газа. Изначально моделирование разработки месторождений сводилось к расчету уравнений фильтрации нефти и газа по пласту-коллектору по существенно упрощенным формулам, тогда как отображение графической информации представлялось исключительно картами, разрезами и различными технологическими схемами» [3].

И если изначально развитие методов исследования стремилось к большей точности, то теперь стремится к оперативности получения информации о состоянии скважины. Ведь своевременное получение данных влияет на эффективность добычи нефти и разработки месторождения, поскольку неправильное решение приносит колоссальные убытки в такой отрасли как нефтегазовое дело. Средняя стоимость работ приведена в таблице.

Таблица. Средняя стоимость работ по эксплуатации скважин

№	Виды работ	Средняя стоимость работ
1	Бурение скважин	2 300 000 \$
2	Капитальный ремонт	1 300 000 \$

Визуализация как раз и является решением задачи повышения оперативности принятия решения и вследствие этого уменьшения издержек на поддержания на должном уровне текущего состояния скважин; уменьшение ремонтных затрат вследствие своевременного реагирования на изменения в скважине и используемого на ней оборудования.

В статье «Умные скважины и интеллектуальные месторождения. Нефть в цифре» выделяют следующие тенденции в нефтегазовом деле:

- 1) истощается сырьевая база;
- 2) совершенствуются технологии нефтедобычи [4].

Это приводит к необходимости производить оптимизацию расходов.

Оптимизации можно достичь за счёт поэтапной цифровизации операционной деятельности как добывающих, так и нефтесервисных компаний. Так, повышающийся уровень активности нефтедобывающих компаний приводит к тому, что оборудование работает на износ, а незапланированные сбои в работе могут нанести серьезный ущерб [4].

Что приводит к цифровизации нефтегазовой промышленности, к автоматизации процессов добычи? Вот что пишет по этому поводу Александр Герасименко, генеральный директор «ИСК «ПетроИнжиниринг»: «Нефтегазовые и сервисные компании сегодня переходят на использование цифровых технологий и активно автоматизируют процессы добычи. В большей степени это вынужденная мера, связанная с этапом развития отрасли, на котором разработка месторождений становится всё более сложной, требует дополнительных ресурсов, оборудования и инноваций. В таких

условиях работать по-старому, используя имеющиеся мощности и технологии, становится просто невозможно».

Чтобы сохранить конкурентные позиции на рынке и развивать бизнес, компании автоматизируют целые участки деятельности, оцифровывают рабочие процессы, разрабатывают новый софт. Всё это позволяет наращивать темпы проникновения автоматизации в отрасль. Для нефтегаза и особенно нефтесервиса это не просто дань мировым трендам, а насущная необходимость [4].

Вот что пишут по этому поводу О.Ю. Першин, Л.Р. Соркин в своей статье: «Наличие достоверной и своевременной информации о протекании любого технологического процесса, его «визуализация», очевидно, является ключевым условием для управления этим процессом, как оператором, так и в автоматизированном режиме. Информационные системы, используемые на нефтяных месторождениях, становятся все более совершенными, и, соответственно, ценность и удобство восприятия собираемой ими информации постоянно улучшаются. Современные информационные системы позволяют получать в удобной для оператора форме данные со скважин, сборных пунктов, резервуарных парков, установок первичной подготовки нефти, дожимных и кустовых насосных станций в режиме реального времени. Материальную основу для сбора информации обеспечивают современные контроллеры и системы управления базами данных, которые позволяют хранить и обрабатывать данные технологических процессов как в режиме реального времени, так из реляционных баз данных» [5].

В общем виде процесс взаимодействия программного обеспечения визуализации и датчиков описан в работе А.С. Родионова, Р.И. Фархутдинова, И.Р. Хусаинова: «Результаты проведенных температурных исследований поступающие с датчиков скважины размещаются в базе данных, из которой эти данные программный комплекс визуализирует в графическом виде» [6]. Дальнейшее развитие такой визуализации представляет собой тепловую 3D-модель скважины. Если оснастить такой программный комплекс соответствующей информационной системой, то кроме интерпретации результатов в удобной форме можно реализовать автоматизированное управление скважиной и ее инфраструктурой.

Современный уровень развития методов и программных продуктов по управлению процессами проектирования и разработки нефтяных месторождений позволяет перейти к постановке и решению комплексной задачи оптимизации разработки месторождения [5].

### **Выводы**

Визуализация используется для анализа текущего состояния месторождений, но имеются тенденции для ее использования в качестве вспомогательного инструмента по управлению месторождением. В перспективе визуализация поможет повысить эффективность информационной системы по управлению нефтяным месторождением.

### **Литература**

1. Дьяконов, Д.И. Геотермия в нефтяной геологии / Д.И. Дьяконов. – М.: Государственное научно-техническое изд-во нефтяной и горно-топливной литературы, 1958. – 277 с.
2. Кудинов, В.И. Основы нефтегазопромыслового дела / В.И. Кудинов. – Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2004. – 720 с.
3. Нургатин, Р.И. Применение 3d моделирования в нефтегазовой отрасли / Р.И. Нургатин, Б.А. Лысов // Известия Сибирского отделения Секции наук о Земле РАЕН 2014, №1 (44) – С. 66-73.

4. Истратова, К. Умные скважины и интеллектуальные месторождения. Нефть в цифре // Добывающая промышленность. 2019, №2 [Электронный ресурс]. URL: <https://clck.ru/RpM59> (Дата обращения: 30.03.2020).

5. Першин, О.Ю., Соркин, Л.Р. Современные тенденции в использовании компьютерных технологий в добыче нефти [Электронный ресурс]. URL: <https://clck.ru/RpM7u> (Дата обращения: 30.03.2020).

6. Родионов, А.С. Программный комплекс моделирования температурных полей в скважине / А.С. Родионов, Р.И. Фархутдинов, И.Р. Хусаинов // Наука. Технология. Производство – 2017. Прикладная наука как инструмент развития нефтехимических производств: материалы Междунар. науч.-техн. конф. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – С. 509-511.

7. Валиуллин, Р.А., Термические методы диагностики нефтяных пластов и скважин, диссертация, Тверь, 1996.

УДК 004.6

**АНАЛИЗ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА  
ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ  
ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ АНАЛИТИЧЕСКИХ ЗАПРОСОВ  
И ХРАНЕНИЯ БОЛЬШИХ ОБЪЕМОВ ДАННЫХ  
НА БАЗЕ СТОЛБЦОВОЙ СУБД YANDEX CLICKHOUSE**

**ANALYSIS, DESIGN AND DEVELOPMENT  
OF HIGH-PERFORMANCE SYSTEM  
FOR FORMATION OF ANALYTICAL QUERIES  
AND STORAGE OF LARGE VOLUMES  
OF DATA BASED ON YANDEX CLICKHOUSE COLUMN DATABASE**

Мытников А.Н., Капитонов А.М.,  
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова»,  
г. Чебоксары, Российская Федерация

A.N. Mytnikov, A.M. Kapitonov,  
Chuvash State University named after I.N. Ulyanov,  
Cheboksary, Russian Federation

e-mail: mytnik.a@yandex.ru

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются основные возможности распределенной, столбцовой системы управления базами данных Yandex Clickhouse, удовлетворяющей потребностям технологии OLAP, и позволяющей создавать и менять структуру таблиц, баз данных без перезапуска самого сервера. Описаны основные преимущества и ограничения данной системы. Приведено краткое описание Apache Kafka – высокопроизводительного брокера сообщений, и Apache Zookeeper – сервиса для конфигурирования и синхронизации. Рассмотрены основные составляющие элементы при проектировании и развертывании кластера Clickhouse, Apache Kafka и Zookeeper – масштабируемой и отказоустойчивой системы хранения, обработки и выполнения аналитических запросов высокой доступности. Подробно описаны команды и минимальные настройки. Даны рекомендации по настройке хостов, узлов и описания

макроста для формирования физической таблицы на каждой реплике. Дано визуальное представление отличия выполнения DML запроса для столбцовых и строчных СУБД. Также проведено сравнение двух систем хранения данных MySQL и Clickhouse. Приведена подробная статистика сравнения MySQL и Clickhouse в некоторой выборке аналогичных запросов. Сделаны выводы по внедрению, эксплуатации и целесообразности перехода на данную систему. Указаны основные отличия Clickhouse от традиционных строковых СУБД, отмечены ее достоинства и недостатки.

**Abstract.** This article discusses the main features of the distributed, column-based Yandex Clickhouse database management system, which meets the needs of OLAP technology, and allows creating and changing the structure of tables, databases without restarting the server itself. The main advantages and limitations of this system are described. There is a brief description of Apache Kafka, a high-performance message broker, and Apache Zookeeper, a service for configuration and synchronization. The main components of the design and deployment of the cluster Clickhouse, Apache Kafka and Zookeeper – scalable and fault-tolerant storage, processing and execution of analytical requests of high availability – are considered. The commands and minimum settings are described in detail. The recommendations about control of hosts, knots and the description of a macro for formation of the physical table on each remark are made. Given is a visual representation of the DML query execution difference for column and lowercase DBMS. There is also a comparison between the two MySQL and Clickhouse storage systems. Detailed statistics of comparison of MySQL and Clickhouse in some sample of similar queries are given. Conclusions have been drawn on the implementation, operation and feasibility of the transition to this system. The main differences of Clickhouse from traditional string DBMS are indicated, its advantages and disadvantages are noted.

**Ключевые слова:** Yandex Clickhouse, Apache Kafka, Apache Zookeeper, сервер, узлы, реплики, OLAP, BigData, системы управления базами данных.

**Keywords:** Yandex Clickhouse, Apache Kafka, Apache Zookeeper, server, shards, replicas, OLAP, BigData, Database Management Systems.

На сегодняшний день самыми популярными базами данных являются реляционные системы, основывающиеся на реляционной теории, где основным компонентом является отношение или двумерная таблица. Таблицу можно рассматривать как матрицу.

Одним из самых широко распространенных представителей «строчных» СУБД является MySQL, качественно зарекомендовавшая себя во всем мире. Однако при обработке аналитических данных OLAP (online analytical processing) «строковое» представление данных является не самым целесообразным методом. Все дело в том, что в этом случае все данные записываются и физически хранятся последовательно в одном файле. Это очень удобно, когда нужно совершать много мелких операций записи, обновления, удаления и чтения, в большинстве случаев это свойственно многим базам данных, следующих концепции ACID (Atomicity, Consistency, Isolation, Durability).

Представить формат хранения можно следующим образом:

[A-1, Б-1, С-1], [A-2, Б-2, С-2], [A-3, Б-3, С-3],

где буквы А, Б и С – это поля (столбцы), а числа записи (номера строк).

Основываясь на представлении выше, можно сделать вывод, что, например, для формирования запроса на выборку 3 полей из 50 возможных из одной единственной таблицы будут прочитаны все строки со всеми строками, пропущены через контроллер ввода-вывода, переданы центральному процессору, который за определенное количество тактов сохранит отфильтрованные данные в памяти.

Стоит заметить, что операции ввода-вывода являются основными ограничителями производительности, как информационных, так и, в частности, аналитических систем.

Такое поведение происходит в силу построчного хранения данных, необходимых для проведения частых, быстрых и безопасных запросов, например, добавление нового пользователя в учетных системах или проведение денежной транзакции на оплату в биллинговых системах.

Данное поведение не удовлетворяет потребностям технологии OLAP, где парадигма заключается в подготовке агрегированной выборки данных на основании больших массивов данных.

Основной целью использования OLAP является скорость, а реляционные базы данных, в силу своей хорошо нормализованной структуры, выполняют сложные многотабличные запросы относительно медленно. Как итог, эффективность такого «традиционного» СУБД для выполнения этого запроса может снизиться в десятки раз из-за чтения лишних данных.

В случае аналитических систем ситуация полностью противоположна. Основная нагрузка появляется редкими, но тяжелыми выборками с миллионами строк записей, группировкой и с расчетом агрегированных значений. Целесообразный способ решения данной проблемы заключается в использовании «столбцовых» систем управления базами данных.

Одной из таких популярных систем является продукт производства отечественной компании Yandex – Clickhouse. Он стоит наряду с такими гигантами Big Data из семейства класса SQL-on-Hadoop, как Hive, Impala, Presto и Spark.

Стоит отметить, что и операции записи должны проводиться большими «пачками» данных, так называемые batch (bulk) insert – когда в одной операции на вставку содержится тысячи строк данных. Данное поведение является отличительным от строковых СУБД, где хотя и можно проводить записи пачками, но, во избежание нарушения целостности данных, проводится редко, и особых преимуществ в скорости записи не несет.

Как правило, в аналитических запросах редко бывает больше 10 полей на выборку [1]. Данное ограничение объясняется тем, что человеческий мозг не в состоянии воспринимать данные во множествах разрезов.

Данные в столбцовых СУБД представлены по колонкам, но с точки зрения SQL CLI/Client данные все также представлены в виде привычных традиционных таблиц, но физически на жестких дисках или других носителях информации они являются совокупностью полей (столбцов), каждая из которых является отдельным файлом, и по сути является таблицей из одного поля. Данные при таком подходе хранятся физически рядом, друг за другом.

Представим формат хранения в столбцовых базах данных аналогичным способом:

[A-1, A-2, A-3], [B-1, B-2, B-3], [C-1, C-2, C-3],

где буквы все те же поля, а числа – строки (данные).

Такая организация данных способствует тому, что при выполнении аналогичного select запроса для трех полей из 50 будут прочитаны только эти три столбца. Это

означает, что нагрузка на устройства и канал ввода-вывода будет, по строгим оценкам, в 50/3, т.е. 17 раз меньше, чем при выполнении данного запроса в строчных СУБД (рисунок 1).

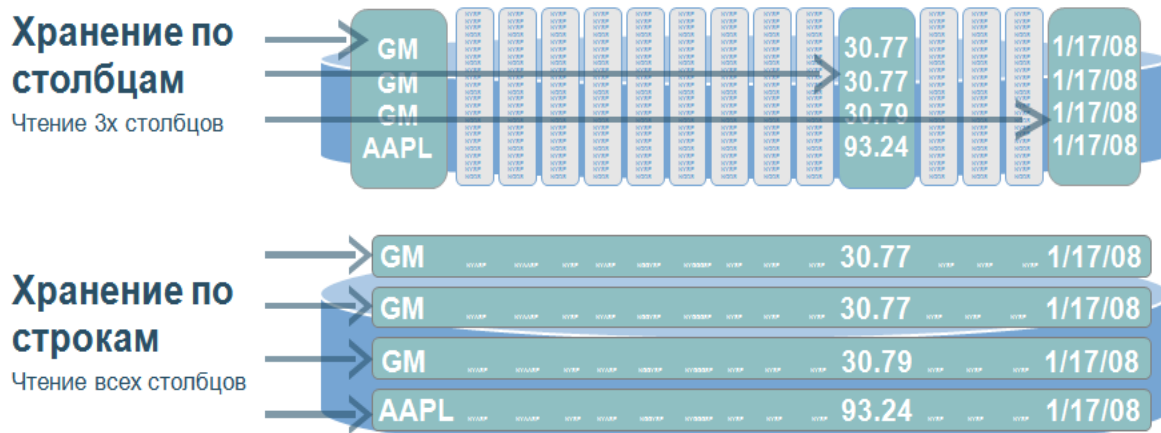


Рисунок 1. Визуальное представление отличия выполнения DML (data manipulation language) запроса для столбцовых и строчных СУБД

Так же нельзя не отметить, что при хранении однотипных данных в столбцовых СУБД появляется возможность качественного сжатия данных, чего не скажешь о строковых данных. Например, при алгоритме компрессии RLE (run-length encoding, кодирование длин серий/повторов), 1 млрд. записей в колонке «Дата» и одноименным типом «Дата», сделанных в течение одного календарного года (365-366), на самом деле будет хранить аналогичный количеству дней набор возможных значений.

Отсюда можно заменить 1 млрд. записей на записи по типу ключ-значение, где ключом является сама дата, а значение – количество раз, когда встречается та или иная дата. Но Clickhouse уже поставляется с прекрасным алгоритмом сжатия данных LZ4 – алгоритм сжатия без потерь, ориентированный на высокую скорость сжатия и распаковки. Поэтому беспокоиться про реализацию компрессии рядовому пользователю данной системы не приходится.

На рисунке 2 и на рисунке 3 приведены сравнения производительности двух СУБД в выборке на 100 млн. записей.

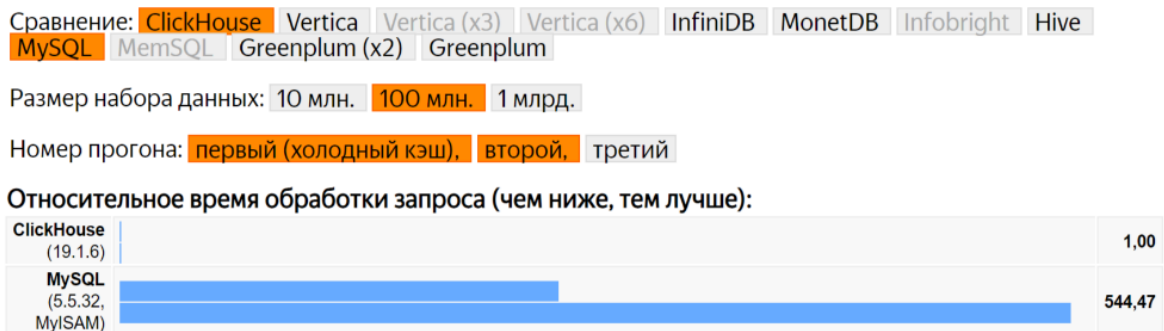


Рисунок 2. Относительное время выполнения запроса в сравнении MySQL и Clickhouse

Query	ClickHouse (19.1.6)		MySQL (5.5.32, MyISAM)	
SELECT count() FROM hits	x13.30 (0.133 s.)	x1.60 (0.016 s.)	(0.016 s.)	(0.016 s.)
SELECT count() FROM hits WHERE AdvEngine	(0.086 s.)	(0.012 s.)	x2562.67 (220.390 s.)	x19526.67 (234.320 s.)
SELECT sum(AdvEngineID), count(), avg(Resol	(0.254 s.)	(0.041 s.)	x667.91 (220.450 s.)	x4836.83 (198.310 s.)
SELECT sum(UserID) FROM hits	(0.378 s.)	(0.037 s.)	x434.31 (207.600 s.)	x4055.11 (190.590 s.)
SELECT uniq(UserID) FROM hits	(0.656 s.)	(0.104 s.)	x421.31 (275.960 s.)	x2411.92 (250.840 s.)
SELECT uniq(SearchPhrase) FROM hits	(0.581 s.)	(0.226 s.)	x502.87 (292.170 s.)	x1114.65 (254.140 s.)
SELECT min(EventDate), max(EventDate) FRO	(0.105 s.)	(0.046 s.)	x719.14 (75.510 s.)	x1585.63 (76.110 s.)
SELECT AdvEngineID, count() FROM hits WHEI	(0.076 s.)	(0.012 s.)	x2683.42 (203.940 s.)	x15345.00 (184.140 s.)
SELECT RegionID, uniq(UserID) AS u FROM hit	(0.852 s.)	(0.508 s.)	x322.06 (287.280 s.)	x456.11 (252.520 s.)
SELECT RegionID, sum(AdvEngineID), count() /	(1.077 s.)	(0.632 s.)	x278.03 (299.440 s.)	x520.33 (282.020 s.)
SELECT MobilePhoneModel, uniq(UserID) AS u	(0.529 s.)	(0.171 s.)	x413.44 (218.710 s.)	x1155.03 (197.510 s.)
SELECT MobilePhone, MobilePhoneModel, unic	(0.541 s.)	(0.188 s.)	x406.84 (220.100 s.)	x1048.78 (197.170 s.)
SELECT SearchPhrase, count() AS c FROM hits	(0.975 s.)	(0.659 s.)	x953.28 (929.450 s.)	x1319.79 (869.740 s.)
SELECT SearchPhrase, uniq(UserID) AS u FRO	(1.478 s.)	(0.312 s.)	—	—
SELECT SearchEngineID, SearchPhrase, count	(1.982 s.)	(0.734 s.)	x1105.75 (1196.420 s.)	—
SELECT UserID, count() FROM hits GROUP BY	(0.852 s.)	(0.728 s.)	—	—
SELECT UserID, SearchPhrase, count() FROM	(2.212 s.)	(1.758 s.)	—	—
SELECT UserID, SearchPhrase, count() FROM	(1.236 s.)	(1.039 s.)	—	—
SELECT UserID, toMinute(EventTime) AS m, Se	(2.813 s.)	(2.030 s.)	—	—

Рисунок 3. Подробная статистика сравнения MySQL и Clickhouse в некоторой выборке аналогичных запросов

На них можно заметить, что Clickhouse проигрывает в скорости обработки таких простых запросов, как select count() from hints в 13 раз. Но это единственный пункт, где MySQL смог одержать первенство, во всех остальных случаях Clickhouse выигрывает MySQL, начиная от 278 раз до 19526 раз. В некоторых тестах MySQL не справляется и вовсе, так же MySQL не выдерживает никаких аналогичных запросов на большую выборку данных в 1 млрд. строк.

### *Проектирование и развертывание кластера Clickhouse, Apache Kafka и Zookeeper*

Для возможности развертывания масштабируемой и отказоустойчивой системы хранения, обработки и выполнения аналитических запросов высокой доступности необходимым физическим минимумом являются 9 серверов, 6 из которых отводятся под сервера хранения данных Clickhouse, 1 сервер для централизованной службы поддержки информации о конфигурации, обеспечения распределенной синхронизации и предоставления групповых служб. Еще 1 сервер для Clickhouse Distributed Server, который является «точкой входа» для аналитических запросов. И последний сервер – это сервер-приемник данных, на этом же сервере находится высокопроизводительный брокер сообщений Apache Kafka.

Каждый сервер Clickhouse имеет HDD диски по 5 ТБ памяти, 16 ядер, 64 ГБ ОЗУ и операционную систему Linux/Ubuntu.

Сервер приема организован в связке Nginx + Rsyslog + Go + RDkafka C++.

Все запросы попадают в Nginx, который переадресовывает их на систему логирования rsyslog. Последний умеет запускать скрипты и выполнять пользовательские микросервисные приложения, каковым является Go.

Rsyslog направляет данные в новый поток входных данных (stdin), откуда Go успешно их читает и отправляет с помощью прилинкованной библиотеки, написанной на C++, на сервер очередей, где находится Apache Kafka. Так как Kafka находится на том же хосте, что и сервер приема, он просто открывает новый unix-сокеты на свой сервер.

Distributed Server занимается обработкой запросов, распараллеливанием задач между узлами (shards) и репликами (replicas) в этом ему помогает отдельный сервер Zookeeper в единственном экземпляре [2]. Собирает данные с них и формирует конечный ответ. Заметим, что на данном сервере никаких данных не хранится [3].

Также хотелось бы упомянуть остальные элементы развертываемой системы:

1. Backend – написан на PHP, используется фреймворк Yii2, полностью модульная архитектура, нативный QueryBuilder и ClickHouse Client.
2. Frontend, он же Dashboard – написан на React и Redux, полностью основываясь на парадигме функционального программирования с использованием React Hooks. Система полностью изолирована от внешних пользователей, доступ имеют только зарегистрированные. Проверка подлинности и авторизация происходит через JWT (Json Web Token) ключи.

Чтобы установить Clickhouse нужно выполнить поочередно три следующие команды, которые добавляют новый репозиторий, обновляют репозитории и устанавливают Clickhouse Client и Clickhouse Server соответственно.

Все эти команды выполняются на каждом сервере отдельно:

1. `sudo apt-key adv --keyserver hkps://keyserver.ubuntu.com:80 --recv E0C56BD4`
2. `sudo apt-get update`
3. `sudo apt-get install clickhouse-client clickhouse-server`

Развертывание Apache Kafka происходит практически аналогичным способом, с некоторой ручной настройкой:

1. `sudo apt install default-jre`
2. `wget -o kafka.tgz www.kafka.org/download && tar -xvzf / path / to / kafka_tmp / kafka.tgz --strip 1`

Для установки Apache Zookeeper необходимо выполнить команды ниже и провести минимальные настройки:

1. `apt-get install default-jre`
2. `wget -P /home/master/zookeepertmp/ http://apache-mirror.rbc.ru / pub / apache / zookeeper/stable/apache-zookeeper-3.5.5-bin.tar.gz`
3. `tar -xvzf /home/master/zookeepertmp/apache-zookeeper-3.5.5-bin.tar.gz --strip 1`

Следующим шагом для достижения поставленной задачи является создание кластера на основе систем, развернутых в предыдущих пунктах.

Каждый из Replicated серверов должен содержать сконфигурированные файлы, где:

1. Настраиваются хосты, с которых разрешен доступ для прослушивания и доступа к данным.
2. Настраиваются узлы Zookeeper для real-time синхронизации имеющихся реплик в данном шарде.
3. Описывается макрос-правила, по которым будут формироваться физические таблицы на каждой реплике – это избавит разработчиков от ручных настроек каждой реплики по отдельности.

На каждой реплике нужно создать идентичные таблицы.

Базовым, и практически достаточным набором для многих систем сбора данных, построенных на базе Clickhouse + Kafka, является связка Kafka Queue Table + MergeTree + Materialized View.

Таблица Kafka Queue является интегрированной средой для связывания с удаленным брокером сообщений Apache Kafka. Она умеет автоматически слушать сервер очередей и забирать данные порциями, это очень удобно, учитывая, что в Clickhouse рекомендуется вставлять данные пачками по несколько тысяч.

Вторая из связки выше – это любая таблица семейства MergeTree, например, может использоваться таблица ReplicatedMergeTree.

Данный движок позволяет создать асинхронный, мульти-мастер реплику – это означает, что запросы типа insert и alter можно направлять на любой из доступных



серверов. При недоступности реплики или реплик, данные будут в них синхронизированы при их доступности.

Материализованное представление используется для «перекидывания» данных с таблицы очередей в основную таблицу на постоянное хранение.

Важный момент: на отдельном distributed сервере создается только одна таблица, идентичная по своей структуре таблице ReplicatedMergeTree, но с движком Distributed, и настраивается сам кластер на Distributed Server. Для этого нужно перечислить все доступные сервера с узлами и репликами.

### **Выводы**

Основные отличия Clickhouse от традиционных строковых СУБД:

1. Как заявляют сами разработчики, является по-настоящему столбцовой СУБД, которая не хранит никаких лишних данных.

2. Clickhouse является не базой данных, а полноценной СУБД, позволяющей выполнять любые запросы в runtime, создавать и менять структуру таблиц, баз данных без перезапуска самого сервера.

3. Полноценное сжатие данных.

4. Параллельная обработка запросов на всех вычислительных ядрах процессора.

5. Распределенная и удаленная обработка запросов на доступных серверах.

6. Репликация и поддержка целостности данных на всех серверах.

7. Поддерживаются приближенные вычисления, для этого существуют специальные агрегатные функции и выражения, выполнение запроса только на частичной выборке данных с пропорциональным снижением нагрузки на канал ввода-вывода, агрегация по ограниченному количеству ключей.

8. Векторный движок.

9. Поддержка множество семейств движков таблиц.

10. Поддержка движков баз данных.

11. Поддержка словарей.

Существуют также особенности, которые можно отнести к недостаткам:

1. Отсутствие полноценных транзакций.

2. Отсутствует точечное удаление и обновление данных, но поддерживается массовое удаление и изменение данных.

3. Разреженный индекс, который не способствует точечным выборкам одиночных строк.

### **Литература**

1. Алюнов Д.Ю. Использование языка R при статистическом анализе данных. / Алюнов Д.Ю., Мытникова Е.А., Мытников А.Н.// Современные наукоемкие технологии. 2018. № 11-2. С.168-172.

2. Руководство Yandex Clickhouse. URL: <https://clickhouse.tech/docs/ru/> (дата обращения: 23.03.2020).

3. Руководство Apache ZooKeeper. URL: <https://zookeeper.apache.org/> (дата обращения: 23.03.2020).

УДК 004.03

**ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА  
ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВА НЕФТЕПРОДУКТОВ**

**TECHNICAL MEANS  
FOR DETERMINING THE QUALITY OF PETROLEUM PRODUCTS**

Левина Т.М., Торгашов А.В., Мирзакаев Р.В.,  
Уфимский государственный нефтяной технический университет,  
филиал в г. Салават, ул. Губкина, 22б, г. Салават, Республика Башкортостан,  
453250, Россия

T.M. Levina, A.V. Torgashov, R.V. Mirzakaev,  
Ufa State Petroleum Technological University, Branch in the Salavat,  
Gubkin Str., 22b, Salavat, Republic of Bashkortostan,  
453250, Russia

e-mail: tattin76@mail.ru

**Аннотация.** На современных предприятиях наблюдается повышение степени автоматизации производства, в том числе, в сфере аналитического контроля качества нефтепродуктов. Одной из важнейших задач нефтеперерабатывающего предприятия является контроль и управление качеством продуктов. Каждый получаемый на нефтеперерабатывающем заводе продукт подлежит нормированию, вследствие чего качество продукции определяется нормативной документацией, а отслеживаемые показатели на производстве должны им соответствовать. Само отслеживание показателей качества происходит в несколько этапов. В данной статье целью работы является рассмотрение основных производственных инструментальных средств для определения значений показателя качества нефтепродуктов, а также описание их преимуществ и недостатков. Данный список пополнен средством, разработанным с помощью использования информационных технологий и с одной из математических моделей, используемых для анализа и прогнозирования стационарных временных рядов в статистике. Показан принцип работы средства, а также представлен алгоритм работы авторегрессионной модели и проинтегрированного скользящего среднего для анализа и прогнозирования временных рядов – значений показателей качества нефтепродукта, собираемые и хранимые предприятием в течение длительного периода времени. Приведён принцип работы средства. Сделан вывод по рассмотренным способам.

**Abstract.** At modern enterprises, there is an increase in the degree of automation of production, including in the field of analytical quality control of petroleum products. One of the most important tasks of an oil refinery is to control and manage the quality of products. Each product received at the refinery is subject to rationing, which means that the quality of products is determined by regulatory documentation, and the monitored indicators in production must comply with them. The self-monitoring of quality parameters is performed in several stages. In this article, the purpose of the work is to review the main production tools for determining the values of the quality indicator of petroleum products, as well as to describe their advantages and disadvantages. This list is supplemented by a tool developed using information technology and one of the mathematical models used for analyzing and predicting

stationary time series in statistics. The principle of operation of the tool is shown, as well as the algorithm of the autoregression model and integrated moving average for analyzing and predicting time series – values of oil product quality indicators collected and stored by the enterprise for a long period of time. The principle of operation of the tool is given. The conclusion is made on the considered methods.

**Ключевые слова:** показатели качества, инструментальные средства, математическая модель, информационные системы, прогнозирование.

**Keywords:** quality indicators, tools, mathematical model, information systems, forecasting.

Любое нефтеперерабатывающее предприятие в процессе переработки сырья получает промежуточную продукцию в процессе производства, из которой изготавливается товарная продукция, например бензин, керосин. Качество товарной продукции зависит от качества промежуточной продукции. Например, некачественный бензин является одной из главных причин выхода из строя автомобильных свечей, форсунок и компонентов топливной системы, что ведёт к денежным затратам на ремонт [1]. А в 80% случаях причиной отказа дизельного двигателя является некачественное топливо (рисунок 1) [2].



Рисунок 1. Диаграмма причин отказов двигателей

Из приведенных выше причин следует, что контроль и управление качеством продукции является одной из важнейших задач нефтеперерабатывающего предприятия.

Качество продукции определяется международными и государственными стандартами, содержащие показатели, определяющие их качество.

Отслеживание показателей качества происходит в несколько этапов:

- 1) Автоматический сбор данных с измерительных устройств.
- 2) Первичная обработка, включая результаты применения измерительных средств и комплексов, а также лабораторные анализы промежуточной и товарной продукции.

- 3) Предоставление результатов обработки.

- 4) Сверка полученных результатов со стандартами качества [3].

Все полученные значения показателей качества продукции должны соответствовать установленным нормам, указанных в стандартах.

Основные средства для определения качества продукции, используемые на нефтеперерабатывающих предприятиях, рассмотрены в таблице. Сравнение происходило по таким критериям, как точность полученных данных, надежность средства, частота измерений, задержка по времени и необходимость калибровки [4].

Таблица. Сравнение средств для определения значений показателей качества

Критерий оценивания	Средства определения показателей качества	
	Лабораторные средства	Поточные анализаторы
Точность	Высокая	Высокая
Надежность	Высокая	Средняя
Частота измерений	Низкая	Высокая
Задержка по времени	Значительная	Отсутствует
Необходимость калибровки	Отсутствует	Присутствует

На основании данных, полученных от средств, рассмотренных в таблице, операторы могут скорректировать работу технологических установок или участков цепи перегонки. В связи с этим, надежность и своевременность их получения напрямую влияет на получения продукта необходимого качества и минимизации расходов на утилизацию некондиционного продукта.

Таким образом, в проведенном обзоре (таблица) основные производственные средства имеют свои недостатки, поэтому в качестве дополнительного источника получения значений качества предлагается программный модуль для прогнозирования показателей качества. С помощью использования одной из математических моделей – авторегрессионной модели и проинтегрированного скользящего среднего (АРПСС) возможен анализ и прогнозирование стационарных временных рядов – значений показателей, собираемые и хранимые предприятием в течение длительного времени. В статье [5] рассмотрена классификация математических моделей, используемых для краткосрочного и оперативного прогнозирования сложных.

Принцип работы модуля представлен на рисунке 2.



Рисунок 2. Принцип работы

Алгоритм работы авторегрессионной модели и проинтегрированного скользящего среднего представлен на рисунке 3.



Рисунок 3. Алгоритм работы

Программная реализация статистической модели прогнозирования позволит получить средство с достаточно высокой частотой измерения, а точность и надежность данных будет зависеть от производственных данных [6]. Его применение можно найти в системе поддержки принятия решений.

### Выводы

Использование программного модуля для прогнозирования показателей качества продукции нефтеперерабатывающего завода как дополнительного источника данных позволит повысить достоверность принятия решений в управлении качеством продукции.

### Литература

1. Кадиров И.А., Бадзюк И.Л. Влияние качества ГСМ на работу автомобиля // Производство судебных автотехнических экспертиз. Материалы региональной научно-практической конференции. Иркутск: Восточно-Сибирский институт Министерства внутренних дел РФ, 2016. – С. 7-11.
2. Фомина В.В., Левина Т.М., Исламгулов Р.Р., Черникова В.О. Анализ качества разработанных программных средств, используемых в нефтеперерабатывающем и нефтехимическом производстве // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». – 2017. №4. С. 194-213.

3. Гурьева Е.М., Кольцов А.Г. Применение виртуальных анализаторов для определения качества нефтепродуктов // Динамика систем, механизмов и машин. Омск: Омский государственный технический университет, 2016. – С. 296-301.

4. Т.М. Левина, А.В. Торгашов, А.А. Ишмухаметова. Выбор метода прогнозирования сложных технических систем управления в зависимости от программного обеспечения // «Российская наука в современном мире»: сборник статей XXVII международной научно-практической конференции (15.01.2020). Москва: научно-издательский центр «Актуальность РФ», 2020. – С. 63-64.

5. Ураксеев М.А., Левина Т.М. Математическое моделирование оптоволоконных приборов и систем на магнитооптическом эффекте фарадея // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2014. Т. 20. №6 (133).

УДК 004:338.48

## **РОЛЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЭФФЕКТИВНОМ УПРАВЛЕНИИ СОВРЕМЕННЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ**

### **THE ROLE OF INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE EFFECTIVE MANAGEMENT OF A MODERN ENTERPRISE**

Клев Д.Д.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь

D.D. Klev,  
Belarusian National Technical University,  
Minsk, Republic of Belarus

e-mail: dashabotyanyanskaya@mail.ru

**Аннотация.** Информационные технологии играют очень важную роль в развитии современной экономики. Современные информационные технологии применяют для эффективной и своевременной компьютерной обработки и сортировки информационных ресурсов, их передачи на любые расстояния в минимальные сроки. Помимо этого, современные информационные технологии также являются довольно эффективным средством в принятии экономически важных решений, а также участвуют в процессе эффективного управления в любой сфере деятельности. Современные модели информационных технологий предоставляют возможность просчитывать и прогнозировать экономически важные результаты. На основании этих результатов руководитель предприятия может принимать правильное и взвешенное управленческое решение. Модели информационных технологий дают возможность провести расчет совокупного экономического эффекта, конкретные риски и гибкость показателей системы. В настоящее время, благодаря новым информационным технологиям, большинство работодателей довольно часто отправляют своих сотрудников на курсы повышения квалификации для освоения новых программных продуктов, которые позволяют увеличивать и оптимизировать конечный результат. Для работодателей это означает значительные затраты на подготовку сотрудников. Однако в будущем, сотрудник, способный работать с определенными программами, максимально увеличит эффективность труда на предприятии.

**Abstract.** Information technologies play a very important role in the development of modern economy. Modern information technologies are used for effective and timely computer processing and sorting of information resources, their transfer to any distance in the shortest possible time. Besides, modern information technologies are also a rather effective means of making economically important decisions, as well as they participate in the process of effective management in any field of activity. Modern information technology models provide an opportunity to calculate and forecast economically important results. Based on these results, the company's manager can make a correct and balanced management decision. Information technology models provide an opportunity to calculate the aggregate economic effect, specific risks and flexibility of system indicators. Nowadays, thanks to new information technologies, most employers quite often send their employees for advanced training courses to master new software products that allow increasing and optimizing the end result. For employers, this means significant training costs for their employees. However, in the future, an employee who is able to work with certain programs will maximize the efficiency of work in the enterprise.

**Ключевые слова:** информационные технологии, конкурентоспособность, эффективность, информационные ресурсы, автоматизированные процессы.

**Keywords:** information technologies, competitiveness, efficiency, information resources, automated processes.

Информационные технологии стали жизненно важной и неотъемлемой частью каждого предприятия. В настоящее время бизнес-планирование, эффективный маркетинг, глобальные продажи, систематическое управление, мониторинг в реальном времени, мгновенная поддержка клиентов и долгосрочный рост бизнеса не могут быть достигнуты на оптимальном уровне без информационных технологий.

Информационные технологии – это хранение, манипулирование, распространение и обработка информации. За последние несколько лет информационные технологии заменили традиционные методы ведения бизнеса инновационными технологическими инструментами. Исследования доказали, что те предприятия, которые инвестируют в технологии и выбирают инновационный путь, увеличивают свою долю рынка, финансовые показатели и конкурентоспособность.

Информационные технологии дают возможность анализировать конкретные данные, предоставляет множество инструментов, которые могут решать сложные проблемы и планировать рост предприятия.

В настоящее время сотрудникам предприятия необходимо быстро и четко взаимодействовать с клиентами. Благодаря информационным технологиям появилась возможность общаться с потенциальными и существующими клиентами в режиме реального времени [1].

Управление ресурсами играет решающую роль в успехе предприятия. Средним и крупным предприятиям сложно управлять всеми ресурсами вручную. Системы управления запасами отслеживают количество каждой единицы продукции. Эти системы лучше всего использовать, когда система управления запасами подключена к системе кассовых терминалов. Такая система гарантирует, что каждый раз, когда товар продается, один из этих пунктов удаляется из инвентарного учета. Теперь можно управлять или контролировать организационные ресурсы практически в любой точке мира, используя персональный компьютер, ноутбук, планшетный компьютер или смартфон.

Информационные системы позволяют предприятиям отслеживать данные о продажах, расходах и уровнях производительности. Эта информация может

использоваться для отслеживания рентабельности, максимизации отдачи от инвестиций и определения областей, в которых возможны улучшения. Менеджеры могут отслеживать продажи на ежедневной основе, что позволяет им немедленно реагировать на более низкие, чем ожидалось, показатели, повышая производительность труда сотрудников или снижая стоимость товара.

Большинство предприятий хранят цифровые версии документов на серверах и устройствах хранения. Эти документы мгновенно становятся доступными для всех сотрудников предприятия, независимо от их географического расположения. Предприятия имеют возможность экономично хранить и поддерживать огромное количество данных, а сотрудники получают мгновенный доступ к нужным им документам.

Предприятия могут повысить производительность труда своих сотрудников за счет использования технологий. Компьютерные программы и деловое программное обеспечение обычно позволяют сотрудникам обрабатывать больше информации, чем ручные методы. Технологические приложения, такие как технология реляционных баз данных, автоматизированное проектирование, текстовая обработка, электронные таблицы и другое программное обеспечение, повышают производительность бизнеса.

Благодаря автоматизированным процессам, которые может обеспечить технология, производительность достигает более высокого уровня. Это связано с минимальными затратами ресурсов на обработку бизнес-процессов, что позволяет выпускать более качественную продукцию и быстрее предоставлять услуги большему количеству клиентов и заказчиков.

Большинство предприятий современной эпохи подвергаются угрозам безопасности. Технологии могут быть использованы для защиты финансовых данных, конфиденциальных управленческих решений и другой информации, являющейся собственностью предприятия, что приводит к конкурентным преимуществам. Технология помогает предприятиям держать свои идеи подальше от конкурентов. Имея компьютеры с паролями, предприятие может гарантировать, что ни один из его предстоящих проектов не будет скопирован конкурентами.

Бизнес, обладающий технологическим потенциалом для поиска новых возможностей, останется на шаг впереди своих конкурентов. Чтобы бизнес выжил, он должен расти и приобретать новые возможности. Интернет позволяет бизнесу виртуально выходить на новые рынки [2].

Бизнес включает в себя коммуникацию, транспорт и другие области, что делает его сложной паутиной процессов. Технологии в бизнесе сделали возможным более широкий охват на мировом рынке. Основным примером является интернет, который в настоящее время является общим маркетинговым инструментом для привлечения большего количества потребителей к продуктам и услугам, предлагаемым различными предприятиями.

Электронная торговля – это купля-продажа услуг и товаров через интернет. Онлайн-операции сокращают время и персонал, необходимый для бизнес-процессов. Это также сокращает расходы в таких областях, как трудовые ресурсы, подготовка документов, телефонные звонки и подготовка почты.

Скорость и точность лежат в основе принятия правильного решения для бизнеса. Каждое успешное предприятие должно пройти всесторонний процесс исследования рынка, который позволяет руководству принять правильное решение. Исследования рынка можно проводить различными способами с помощью онлайн-опросов, форумов, блогов, групповых обсуждений во всемирной паутине и, конечно же, с помощью личных интервью. Эти онлайн-инструменты не только дают ответы потенциальной аудитории в режиме реального времени, но и обеспечивают точность данных.



Сердцевина успеха бизнеса заключается в маркетинге, который позволяет руководству сначала определить свою целевую аудиторию, а затем наблюдать за ее тенденциями и потребностями. Общий маркетинг охватывает связи с общественностью, рекламу, продвижение и продажи, которые впоследствии влияют на рост бизнеса. Многие виды маркетинга могут помочь достичь потенциальных клиентов.

Технология позволяет малым предприятиям выходить на новые экономические рынки. Вместо того, чтобы просто продавать потребительские товары или услуги на местном рынке, малый бизнес может выйти на региональные, национальные и международные рынки. Розничные веб-сайты – это наиболее распространенный способ продажи малыми предприятиями товаров на нескольких различных экономических рынках [3].

Владельцы малого бизнеса могут использовать технологии для снижения затрат на ведение бизнеса. Базовое программное обеспечение для предприятий позволяет фирме автоматизировать функции, такие как ведение учета, бухгалтерский учет и начисление заработной платы.

Информационные технологии помогают малым предприятиям улучшить свои коммуникационные процессы. Электронная почта, текстовые сообщения, веб-сайты и приложения, например, способствуют улучшению коммуникации с потребителями. Предприятия могут также получать больше отзывов от потребителей с помощью этих методов электронной коммуникации.

Системы с подключением к интернету, такие как системы безопасного входа и беспроводные камеры, помогают повысить безопасность бизнеса и снизить риски кражи и потери конфиденциальной информации.

Предприятия могут использовать онлайн-подбор персонала для поиска более квалифицированных кандидатов и обработки большей части процесса найма через интернет. Информационные технологии играют важную роль в обеспечении устойчивого развития предприятия, что позволяет экономить средства и улучшать ее репутацию.

С совершенствованием информационных технологий глобализация усиливается. Мир становится все ближе, и мировая экономика быстро превращается в единую взаимозависимую систему. Информацией можно быстро и легко обмениваться со всех концов света, а языковые и географические барьеры могут быть разрушены по мере того, как люди обмениваются идеями и информацией друг с другом.

С помощью информационных технологий коммуникация стала дешевле, быстрее и эффективнее. Используя интернет, люди могут общаться друг с другом по всему миру с помощью видеоконференций. Теперь можно общаться с любым человеком в любой точке земного шара, просто отправив ему текстовое сообщение или электронное письмо с почти мгновенным ответом.

Бизнес стал более рентабельным как для себя, так и для своих потребителей, использующих информационные технологии. За счет оптимизации бизнеса повышается его производительность. Это окупается за счет увеличения прибыли, что позволяет предприятиям предлагать более высокую заработную плату и менее напряженные условия работы [4].

Информационные технологии помогают преодолевать культурный разрыв, помогая людям, принадлежащим к различным культурам, общаться друг с другом и позволяя обмениваться мнениями и идеями, тем самым повышая уровень осведомленности и снижая уровень предрассудков.

Информационные технологии позволили предприятиям быть открытыми круглосуточно и без выходных по всему миру. Это означает, что бизнес может быть открыт в любое время в любом месте, делая покупки из разных стран проще и удобнее.

Информационные технологии также создали новые рабочие места. Компьютерные программисты, системные анализаторы, разработчики аппаратного и программного обеспечения, а также веб-дизайнеры – это лишь некоторые из многих новых возможностей трудоустройства, созданных с помощью информационных технологий.

К сожалению, наряду с созданием новых и интересных рабочих мест, информационные технологии также привели к росту безработицы. За счет оптимизации бизнес-процессов произошло сокращение рабочих мест и сокращение штата.

Информационные технологии сделали общение быстрым, легким и удобным, они также привели к проблемам конфиденциальности. От перехвата сигналов мобильного телефона до взлома электронной почты.

Новые информационные технологии выходят на рынок, следовательно, работник должен находиться в режиме постоянного обучения, чтобы сохранить свое рабочее место [5].

### **Выводы**

Использование современных информационных технологий делает любое предприятие более конкурентоспособным.

Информационные технологии позволяют:

– повысить эффективность управления предприятием, предоставляя максимально полную, оперативную и достоверную информацию для руководителей и специалистов на основе единого банка данных;

– улучшить оформление документов за счет оптимизации и стандартизации рабочего процесса, автоматизации наиболее трудоемких процедур;

– снизить расходы на ведение дел за счет автоматизации процессов обработки информации, регулирования и упрощения доступа сотрудников предприятия к нужной информации;

– обеспечить надежный учет и контроль доходов и расходов денежных средств на всех уровнях;

– гарантировать полную безопасность и целостность данных на всех этапах обработки информации.

### **Литература**

1. Варфоломеева, А.О. Информационные системы предприятия: учеб. пособие / А.О. Варфоломеева. – ИНФРА-М, 2019. – 330 с.
2. Корнеев, И.К. Информационные технологии в работе с документами: учеб. пособие / И.К. Корнеев. – М.: Проспект, 2018. – 297 с.
3. Киселев, Г.М. Информационные технологии в экономике и управлении: учеб. пособие / Г.М. Киселев, Р.В. Бочкова, В.И. Сафонов. – М.: Дашков и К, 2015. – 272 с.
4. Нетесова, О.Ю. Информационные системы и технологии в экономике: учеб. пособие / О.Ю. Нетесова. – М.: Юрайт, 2017. – 146 с.
5. Одинцов, Б.Е. Информационные системы управления эффективностью бизнеса: учебник / Б.Е. Одинцов. – М.: Юрайт, 2017. – 208 с.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

УДК 004.4'23

АВТОМАТИЧЕСКАЯ ГЕНЕРАЦИЯ ВЕБ-ДОКУМЕНТАЦИИ  
ДЛЯ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ, НАПИСАННЫХ НА ФРЕЙМВОРКЕ ANGULARAUTOMATIC GENERATION OF WEB-DOCUMENTATION  
FOR ANGULAR-WRITTEN WEB-APPLICATIONS

Вахрамов С.В.,  
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет»,  
г. Уфа, Российская Федерация

S.V. Vakhramov,  
FSBEI HE “Ufa state aviation technical university”,  
Ufa, Russian Federation

e-mail: s@vakhramoff.ru

**Аннотация.** В наши дни разработка веб-приложений перешла на новый уровень. Любой банк, магазин или учреждение имеют свой сайт. В связи с тем, что количество информации в сети растёт с каждым годом, код разрабатываемых приложений также становится достаточно объёмным. Для своевременной и грамотной поддержки кода необходима сопроводительная документация. В статье рассматривается способ автоматической генерации документации для приложений, написанных на фреймворке Angular [1], на основе исходного кода проекта и комментариев в нём. Рассмотрены различные модификаторы, атрибуты и настройки инструмента автоматической генерации документации – Compodoc [2]. Приведены скриншоты получаемой документации. Описана возможность кастомизации полученных данных на основе применения различных тем оформления веб-документации. Также приведено небольшое сравнение с другой утилитой для генерации документов под названием TypeDoc [3].

**Abstract.** Nowadays a development of web-applications has become to a whole new level. Any bank, shop or any public institution has their own web-site. Because of the fact that the quantity of information on the web increases each year, the code of developed application also becomes quite volumetric. To develop apps in time and to correctly support the codebase having nice and full documentation is critical. The article describes the way of automatic generation of the web-documentation for web-applications, written using Angular [1] framework (based on the source code and the following comments inside it). Various types of modifiers, attributes and parameters have been addressed in this article in relation to the instrument for automatic docs generation – Compodoc [2]. Also various screenshots of resulting documentation are provided. The ability of docs customization by applying custom themes is provided. Also the comparing with TypeDoc [3] (an automatic documentation generation utility) was provided.

**Ключевые слова:** автоматическая генерация документации, проектная документация, документация исходного кода, техническая документация, комментарии исходного кода, Compodoc, TypeDoc, Angular.

**Keywords:** automatic generation of documentation, project documentation, technical documentation, source code documentation, Compodoc, TypeDoc, Angular.

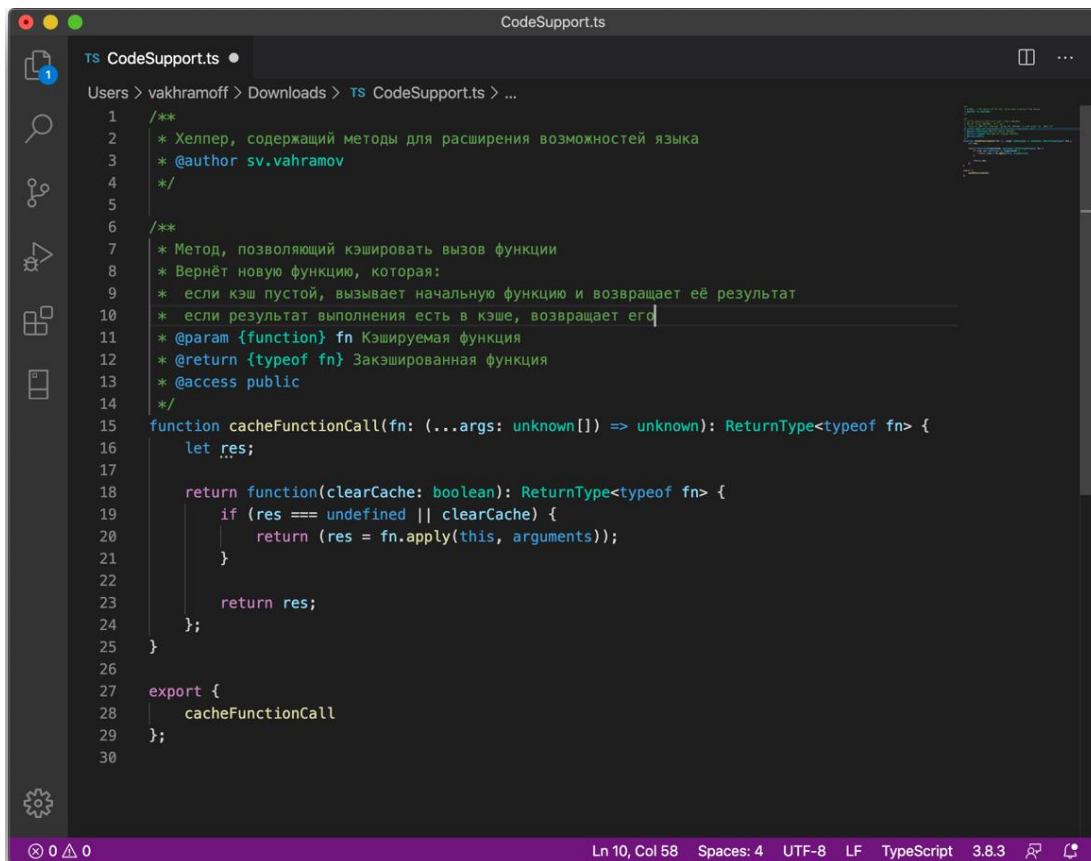
Зачем нужны комментарии к программному коду? В каком виде их писать? Как придерживаться одинакового стиля документирования всем участникам команды? Какие есть инструменты для генерации документации для Angular-проектов? Далее будут раскрыты ответы на эти и другие вопросы.

Стоит заметить, что генерация документации бывает двух видов: это написание комментариев в исходном коде и генерация отдельных файлов, основываясь на исходном коде и комментариях в нём. В статье пойдёт речь о втором типе документации.

Для автоматической генерации проектной документации существуют специальные программы, называемые генераторами документации.

*Генератор документации* [4] – программа или пакет программ, позволяющая получать документацию, предназначенную для программистов (документация на API) и/или для конечных пользователей системы, по особым образом комментированному исходному коду и, в некоторых случаях, по исполняемым модулям (полученным на выходе компилятора).

Специальные комментарии, которые описывают идущий после него код, называются *докблоками*. Их отличие от обычных комментариев в том, что они начинаются с символов `/**`, каждая новая строка начинается с символа `*`, а замыкающая строка заканчивается символами `*/`. Также используются специальные модификаторы, начинающиеся с символа `@`. Они называются тегами и нужны для обозначения специальных элементов кода (тип аргументов, возвращаемое значение функции, описание конструктора класса и т.д.). Пример такого комментария к коду можно увидеть на рисунке 1.



```
1  /**
2  * Хелпер, содержащий методы для расширения возможностей языка
3  * @author sv.vahramov
4  */
5
6  /**
7  * Метод, позволяющий кэшировать вызов функции
8  * Вернёт новую функцию, которая:
9  *   если кэш пустой, вызывает начальную функцию и возвращает её результат
10 *   если результат выполнения есть в кэше, возвращает его
11 * @param {function} fn Кэшируемая функция
12 * @return {typeof fn} Закэшированная функция
13 * @access public
14 */
15 function cacheFunctionCall(fn: (...args: unknown[]) => unknown): ReturnType<typeof fn> {
16   let res;
17
18   return function(clearCache: boolean): ReturnType<typeof fn> {
19     if (res === undefined || clearCache) {
20       return (res = fn.apply(this, arguments));
21     }
22
23     return res;
24   };
25 }
26
27 export {
28   cacheFunctionCall
29 };
30
```

Рисунок 1. Докблок к исходному коду функции

Рассмотрим далее способ установки `npm`-пакета `@compodoc/compodoc` с помощью менеджера пакетом `npm` в локальную область видимости проекта. Для этого необходимо в терминале в папке проекта написать следующую команду:

```
npm install --save-dev @compodoc/compodoc
```

Для дальнейшего удобства и ускорения разработки в файл `package.json` можно добавить скрипт, позволяющий одним кнопкой в графическом интерфейсе IDE или одной командой `npm run docs` сгенерировать документацию к проекту:

```
"scripts": {
  "docs": "compodoc"
}
```

Теперь в корень проекта необходимо добавить файл `compodocrc.json`, который будет содержать настройки, необходимые для работы генератора документации:

```
{
  "name": "Angular App – Documentation",
  "tsconfig": "./tsconfig.json",
  "output": "./documentation/compodoc"
}
```

Подробнее с описанием параметров можно ознакомиться по адресу <https://compodoc.app/guides/options.html>

В результате выполнения команды мы в указанной нами выходной папке получим исходный код готового веб-приложения, содержащего полную документацию к нашему проекту.

На рисунках 2, 3, 4, 5, 6 можно посмотреть примеры генерируемой документации.

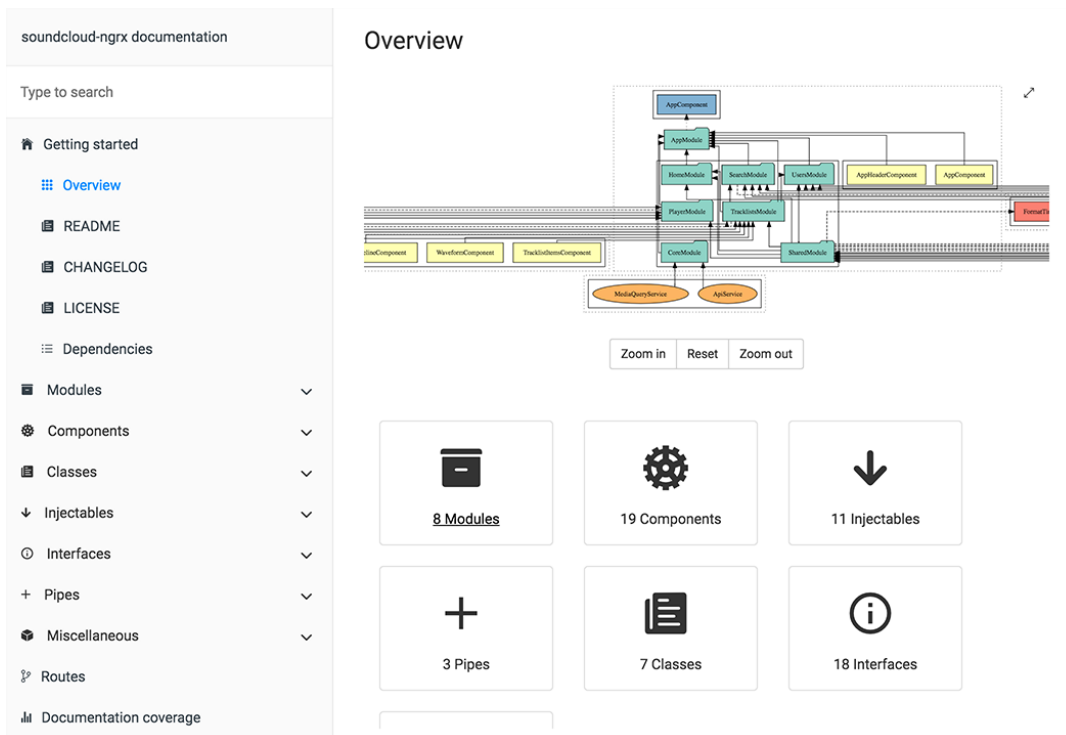


Рисунок 2. Документация с помощью Compodoc: страница общего обзора проекта

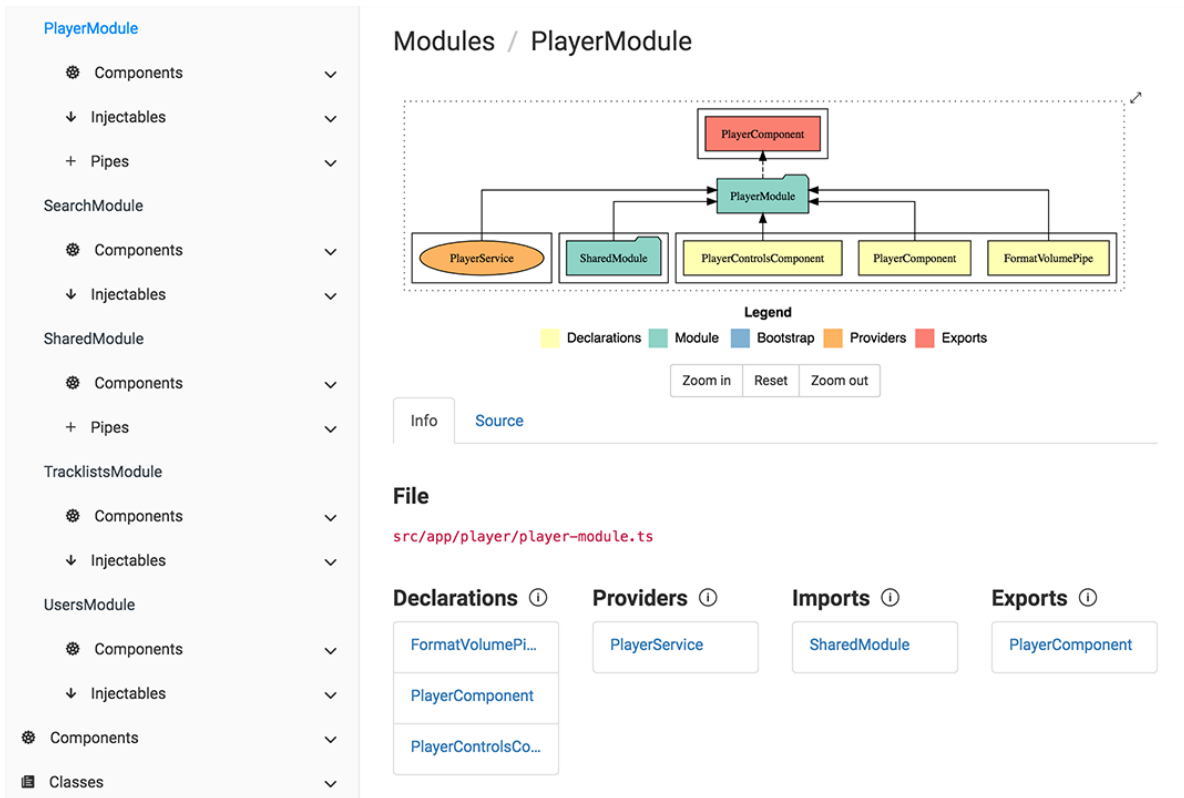


Рисунок 3. Документация с помощью Comprodos: страница модуля

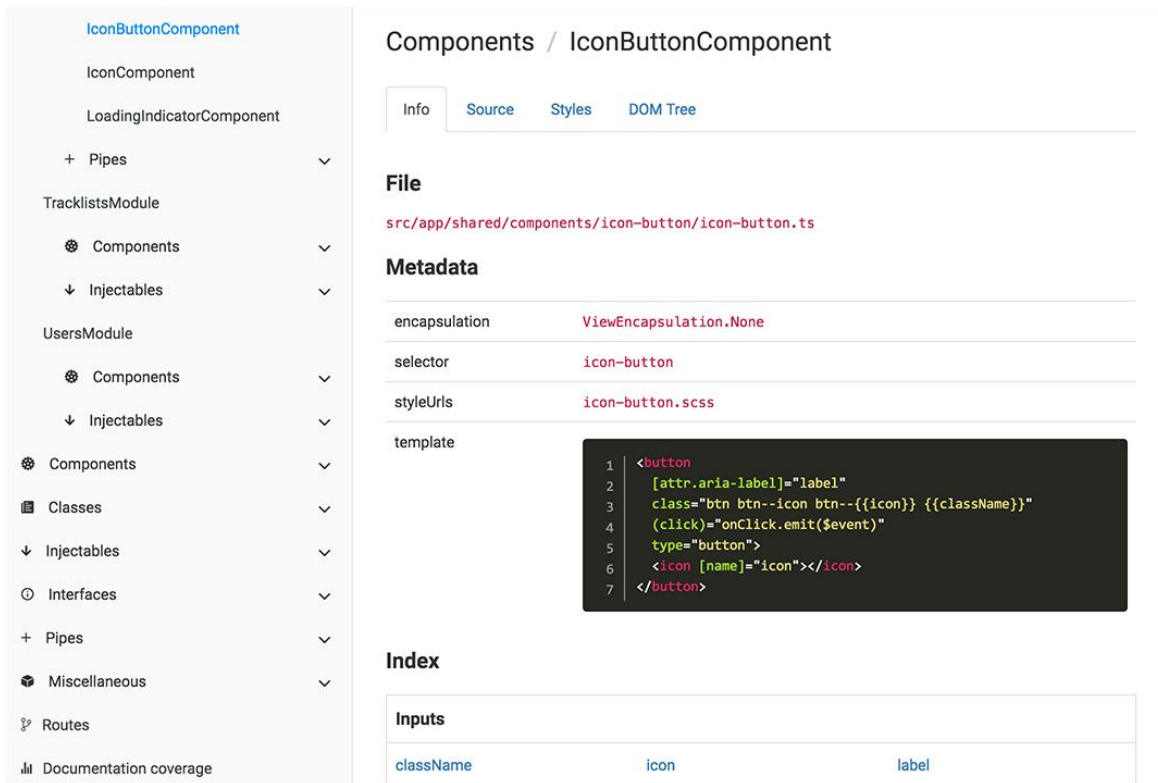


Рисунок 4. Документация с помощью Comprodos: страница компонента

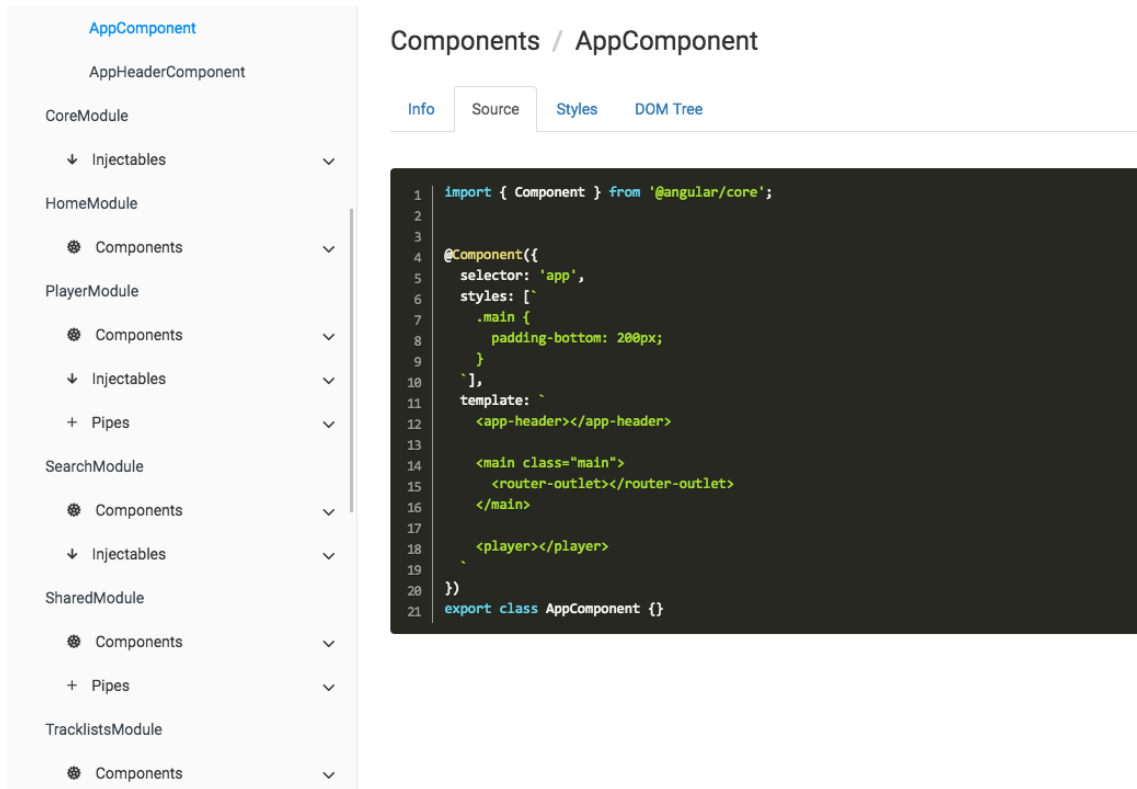


Рисунок 5. Документация с помощью Comprodoc: страница исходного кода компонента

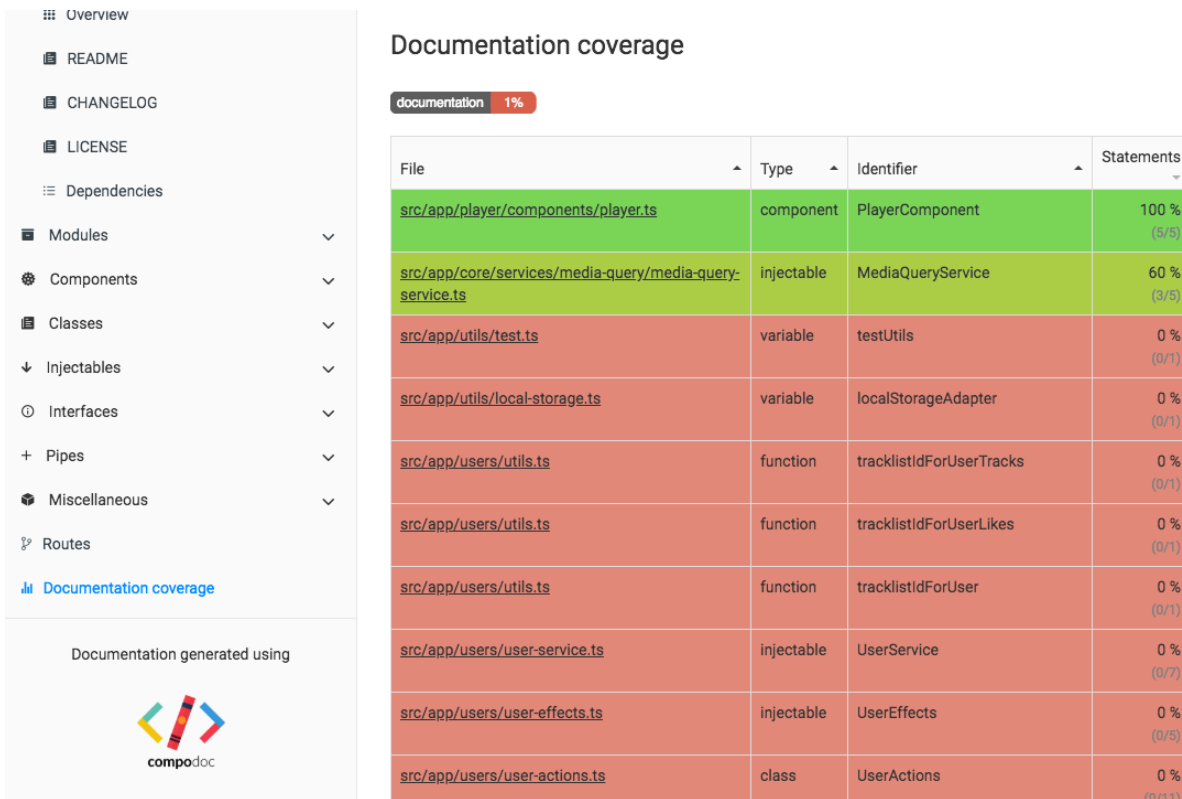


Рисунок 6. Документация с помощью Comprodoc: страница покрытия документацией всего проекта

Для небольших приложений можно воспользоваться утилитой TypeDoc. Процесс её установки и настройки схож с установкой Comprodos, поэтому его рассмотрение не приводится в данной статье. Стоит учесть тот факт, что TypeDoc конкретно не заточен именно под генерацию документации для Angular-проектов, поэтому документация всех классов, модулей получается как бы «скопом». Это не учитывает все особенности структурной организации файлов в Angular-приложении, но, тем не менее, позволяет получить подробную документацию для TypeScript-файлов. Пример страницы со сгенерированной документацией доступен на рисунке 7.

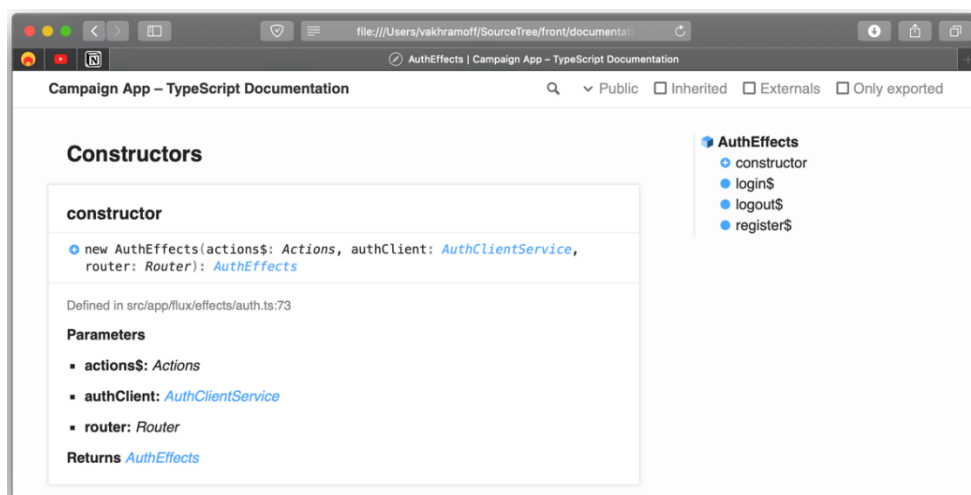


Рисунок 7. Пример генерируемой утилитой TypeDoc документацией

Неоднократно наблюдалось, как неорганические соли слоем до двух мм откладываются на наружной поверхности погруженного электродвигателя, рабочих органах насоса, на кабельной линии и др.

## Выводы

Автоматическая генерация веб-документации для веб-приложений, разрабатываемых с помощью фреймворка Angular, позволяет сократить время на поиск и устранение ошибок в коде, ускоряет вхождение в проект новых разработчиков, а также позволяет практически не тратить времени на написание документации (исключением являются разработчики, которым необходимо прописывать комментарии в специальном формате в исходном коде проекта, что, впрочем, занимает очень мало времени, и может практически не учитываться при подсчёте трудозатрат).

Также при разработке небольших приложений имеется возможность воспользоваться альтернативой Comprodos – утилитой TypeDoc.

## Литература

1. Angular [Электронный ресурс] /. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <https://angular.io>, свободный.
2. Comprodos – The missing documentation tool for your Angular application [Электронный ресурс] /. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <https://comprodos.app>, свободный.
3. A documentation generator for TypeScript projects [Электронный ресурс] /. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://typedoc.org>, свободный.
4. Генератор документации – Википедия [Электронный ресурс] /. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Генератор\\_документации](https://ru.wikipedia.org/wiki/Генератор_документации), свободный.



УДК 004

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОПУЛЯРНЫХ ПЛАТФОРМ  
ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЧАТ-БОТА****COMPARATIVE ANALYSIS OF POPULAR PLATFORMS  
FOR CREATING A CHATBOT**

Антоненко Н.А., Бабаев А.Б., Екатериничев А.Л., Наташкина Е.А.,  
Государственное автономное учреждение Тульской области  
«Центр информационных технологий»,  
г. Тула, Российская Федерация

N.A. Antonenko, A.B. Babaev, A.L. Ekaterinichev, E.A. Natashkina,  
State Autonomous institution of the Tula region  
«Center of information technologies»,  
Tula, Russian Federation

e-mail: Elena.Natashkina@tularegion.ru

**Аннотация.** В настоящее время активно развивается канал взаимодействия с клиентами, основанный на использовании чат-ботов. Популярность этого вида взаимодействия обусловлена сравнительно небольшой стоимостью его создания, гибкостью, хорошей адаптируемостью под требования клиентов, возможностью одновременного обслуживания нескольких клиентов в режиме on-line, работой в режиме 24/7. Все это делает актуальным принятие верного решения на этапе выбора подходящей для конкретной задачи платформы, на которой будет создан чат-бот. В данной статье предлагается сравнительный анализ наиболее популярных платформ, который поможет сделать правильный выбор. Показан прогноз динамики внедрения чат-ботов. Предполагается, что все многообразие существующих платформ, которые используются для создания чат-ботов подразделяется на системы, основанные на визуальном конструкторе диалогов, а также системы, требующие специальных навыков программирования.

**Abstract.** Now the channel of interaction with clients based on the use of chatbots is actively developing. The popularity of such interaction is due to the relatively low cost of building it, flexibility, good adaptability to customer requirements, and the ability to simultaneously work with multiple clients 24/7. This makes it important to make the right decision at the stage of choosing a platform suitable for a particular task, on which the chatbot will be created. This article offers a comparative analysis of the most popular platforms that will help you make the right choice. The forecast shows the dynamics of the introduction of chat-bots. It is assumed that all the variety of existing platforms that are used to create chatbots is divided into systems based on the visual dialog designer, as well as systems that require special programming skills.

**Ключевые слова:** платформа, чат-бот, рейтинг, сравнительный анализ, интерактивный интерфейс.

**Keywords:** platform, chatbot, rating, comparative analysis, interactive interface.

Популярность решения задачи организации качественного взаимодействия с клиентами сегодня настолько высока, что динамика роста количества чат-ботов, используемых различными организациями, опережает динамику роста числа сайтов на начальных этапах развития интернет-технологий (рисунок 1, по данным [1]).

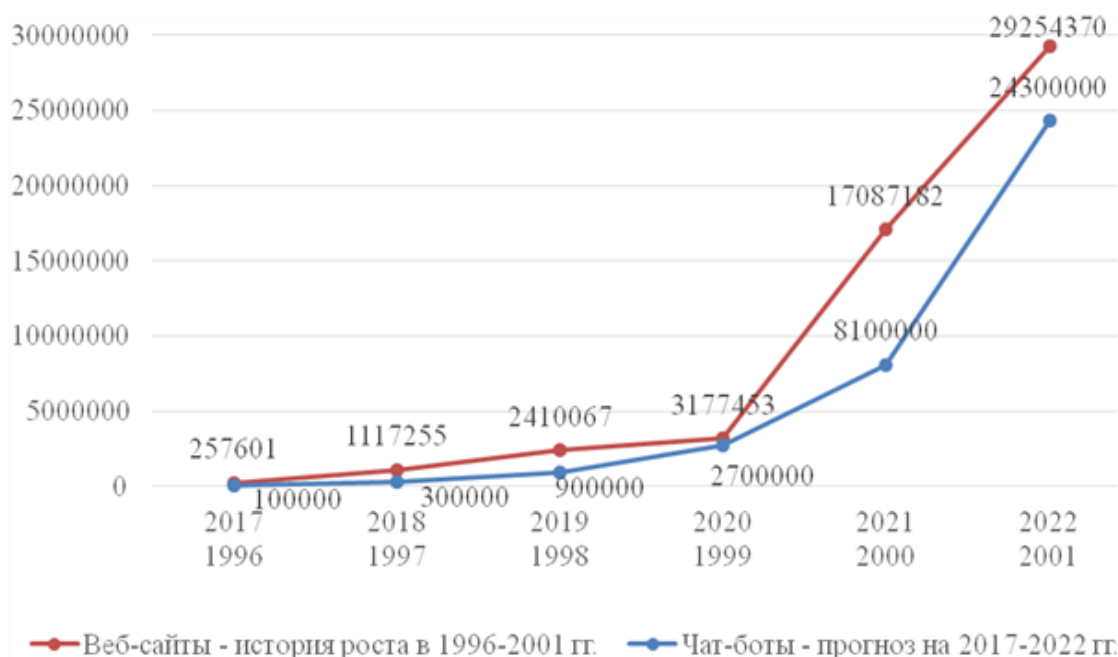


Рисунок 1. Прогноз динамики внедрения чат-ботов

Под чат-ботом понимают программу, основной целью которой является процесс автоматизации предоставления интерактивных интерфейсов взаимодействия с пользователями при помощи использования искусственного интеллекта [2].

Все предлагаемые на настоящий момент платформы для создания чат-ботов можно разделить на 2 большие группы по следующим признакам:

- основанные на визуальном конструкторе диалогов;
- требующие специальных навыков программирования.

Количественное соотношение между группами выражается в том, что в первой группе решений предлагается примерно в 2 раза больше, чем во второй. Это ожидаемый результат, поскольку спрос на чат-боты значительно превышает возможность привлечения высокооплачиваемых разработчиков, и для заказчиков решения первой группы, естественно, являются более предпочтительными.

С учетом вышеизложенного, в данной статье авторами выбраны платформы для чат-ботов, создание которых не требует от разработчиков специальных навыков программирования. По сути, рассматриваемые платформы представляют собой конструкторы, которые могут быть обучены для решения конкретных задач. Однако разработчики должны хорошо ориентироваться в задаче, которую они хотят решить при помощи чат-бота, четко представлять все возможные варианты сценариев взаимодействия с клиентами, а также быть готовыми к тому, что обучение чат-бота представляет собой бесконечный процесс адаптации и развития сценариев диалога с учетом накапливаемого опыта общения с клиентами.

В сети можно найти большое количество рейтингов платформ для разработки чат-ботов, но следует иметь в виду, что данное направление быстро развивается, на рынке появляются новые предложения и решения, идет доработка существующих платформ,

существенно улучшающая их функциональные возможности. Поэтому часто существующие рейтинги не пересекаются.

Для проведения сравнительного анализа авторами была проведена перекрестная выборка платформ из трех авторитетных рейтингов – VK [3], исследование Московского физико-технического института [4] и рейтинг Marketing.bot [5].

Критерий отбора – попадание в два рейтинга из трех.

Дополнительными критерием включения в итоговый список стало обязательное наличие поддержки русского языка и возможность обучения без использования программирования, только с потоковым конструктором диалогов.

В результате авторами был выделен список платформ с наиболее высоким рейтингом (таблица).

Таблица. Платформы чат-ботов, максимально представленные в рейтингах

№ пп	Платформа	Возможности	Цена использования	Кто использует	Кто включил в рейтинг
1	Chatfuel	Возможно быстро запустить без навыков программирования, работает под Facebook	бесплатно	Uber, TechCrunch	МФТИ, VK, Маркетинг.бот
2	Flow XO	Интегрируется со всеми популярными мессенджерами, включая Telegram, интеграция почти со 100 сервисами: GitHub, Gmail, LinkedIn и т.д.	бесплатно до 5 ботов	VK, различные мессенджеры	МФТИ, VK, Маркетинг.бот
3	Google Dialogflow	Поддерживаемые платформы: Google Assistant, Facebook Messenger, Slack, Telegram, Skype, Viber и другие платформы.	бесплатный стандартный тариф, Enterprise Edition рассчитывается в зависимости от требований компании.	Google, SoftLine	МФТИ, VK
4	ManyChat	Работает с Facebook Messenger	профессиональная версия от \$10 в месяц за каждую реализацию	Rambler, Forbs	МФТИ, VK
5	Morph.ai	Поддерживает практически все мессенджеры, приложения и сайты.	профессиональная версия от \$250 в месяц за каждую реализацию	Нет данных, обычно интегрируется с WhatsApp, FaceBook	МФТИ, VK, Маркетинг.бот
6	Motion AI	Совместим с e-mail-сервисами. Сопровождается официальной документацией и инструкциями.	Бесплатно 2 бота на 12000 сообщений в год.	HubSpot	МФТИ, Маркетинг.бот

№ пп	Платформа	Возможности	Цена использования	Кто использует	Кто включил в рейтинг
7	Manybot	С помощью Manybot обеспечить работу Telegram бота, без единой строчки кода. Бот способен отправлять картинки, видеозаписи. Не ограничивается длиной сообщений. С помощью Manybot легко настроить автономное обновление по RSS. Бот может автоматизировать продажи через Telegram канал. Поддержка языков русский, английский, испанский, итальянский, арабский, иврит.	бесплатно	Нет данных, отлично интегрируется с Telegram	VK, Маркетинг.бот

Платформы Flow XO и Morph.ai были отмечены во всех трех анализируемых рейтингах.

Так, платформа Flow XO является эффективным решением при создании чат-ботов без навыков программирования.

Основным преимуществом данной системы является число встроенных интеграций (более 90). Платформа защищена шифрованием, а данные передаются поверх криптографических протоколов.

Недостатком Flow XO является отсутствие возможности резервного копирования в нескольких местах [6].

Дополнительно авторы рекомендуют платформу отечественной разработки DeepPavlov, которая использует встроенные элементы искусственного интеллекта. Это молодой проект, разработка специалистов Московского физико-технологического института. Она содержит набор предварительно обученных state-of-the-art NLP моделей для анализа текста, компонентов диалоговых систем (ML / DL / Rulebased) и пайплайнов, инструменты прикладной разработки и интеграции (мессенджеры, программное обеспечение служб поддержки и т.д.), библиотека для создания и тестирования диалоговых моделей, возможности интеграции с API. Платформа обеспечивает поддержку 53 языков.

### Выводы

В заключении следует отметить, что чат-боты являются прикладными программами независимо от своей платформы.

Они получают данные в виде информации от пользователей, формируя логически корректные ответы. Их использование перспективно во многих сферах, они позволяют развивать коммуникационный процесс.

### Литература

1. Данные с электронного ресурса <https://clck.ru/PsrH3>
2. Хивренко А.В. Чат-бот как система интеллектуального взаимодействия / А.В. Хивренко // В сборнике: Инновации в науке и практике / Сборник статей по материалам XV международной научно-практической конференции. – 2019. – С. 104-109.
3. Электронный ресурс ВКонтакте <https://clck.ru/G6VBf>
4. Московский физико-технический институт. Исследование ТОП 50 чат-бот платформ и виртуальных ассистентов 2019. Электронный ресурс <https://clck.ru/LckAP>
5. Рейтинг 10 продвинутых платформ для создания чат-ботов. Электронный ресурс Маркетинг Бот <https://marketingbot.ru/> рейтинг-10-самых-продвинутых-платформ-п/
6. Смирнова Я.А. Сравнительный анализ онлайн-сервисов для создания чат-бота / Я.А. Смирнова // В сборнике: Актуальные технологии преподавания в высшей школе. Материалы научно-методической конференции. Ответственные редакторы Г.Г. Сокова, Л.А. Исакова. – 2019. – С. 60-64.

УДК 004.622

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ МАГНИТНЫХ РЯДОВ ГЕОМАГНИТНЫХ ДАННЫХ

### INFORMATION SYSTEMS FOR RESTORING MAGNETIC SERIES OF GEOMAGNETIC DATA

Мусин И.Р.,

ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет»,  
г. Уфа, Российская Федерация

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

I.R. Musin,

FSBEI HE “Ufa state aircraft technological university”,  
Ufa, Russian Federation

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

e-mail: [atomato314@gmail.com](mailto:atomato314@gmail.com)

**Аннотация.** Данная статья посвящена системам, направленным на восстановление магнитных рядов геомагнитных данных, и будет интересна специалистам, работающим в области анализа, обработки и реконструкции данных. Основное содержание этого исследования представляет собой: небольшое введение, в котором выделены и описаны основные характерные особенности магнитного поля Земли; краткое описание, целью которого является раскрытие содержания понятия «Геомагнитное возмущение» и перечисление его основных составляющих элементов. Также в статье особое внимание уделяется постановке основной проблемы данной области, возникающей при непрерывной регистрации отклонений магнитного поля земли, осуществляемой магнитными обсерваториями. В особенности рассматривается

влияние потери или же отсутствия данных на эффективность проводимых наблюдений. В заключении автор приходит к выводу, что в качестве решения данной проблемы необходимо рассматривать применение регрессионных моделей, а именно моделей, относящихся к классу задач обучения с учителем. Ввиду специфики применения и обработки данных, автором было предложено рассмотреть простейшую модель регрессии, а точнее линейную регрессию. Далее автор даёт обобщённую характеристику, приводя основные положения и особенности данного типа регрессии.

**Abstract.** This article is devoted to systems aimed at restoring magnetic series of geomagnetic data and will be of interest to specialists working in the field of data analysis, processing and reconstruction. The main content of this study is: a small introduction, in which the main characteristic features of the Earth's magnetic field are highlighted and described; a brief description, the purpose of which is to disclose the content of the concept of “Geomagnetic disturbance” and a listing of its main constituent elements. Also in the article, special attention is paid to the formulation of the main problem of this area arising from the continuous recording of deviations of the magnetic field of the earth carried out by magnetic observatories. In particular, the effect of loss or lack of data on the effectiveness of observations is considered. In conclusion, the author concludes that as a solution to this problem, it is necessary to consider the use of regression models, namely, models that belong to the class of teaching tasks with a teacher. In view of the specifics of the application and processing of data, the author proposed to consider the simplest regression model, or rather linear regression. Further, the author gives a generalized description, citing the main points and features of this type of regression.

**Ключевые слова:** магнетизм, геомагнитное возмущение, вариация, восстановление данных, линейная регрессия.

**Keywords:** magnetism, geomagnetic disturbance, variation, data recovery, linear regression.

Земной магнетизм оказывает огромное влияние, как на биосферу, так и на техносферу нашей планеты. Одна из самых распространённых теорий возникновения геомагнитного поля – теория динамо-эффекта, которая предполагает наличие конвективных и турбулентных течений, а также соответствующих им электрических токов в недрах земли. Последние же, в свою очередь, способствуют возникновению и поддержанию ГМП. Землю можно рассматривать как магнитный диполь, силовые линии которого направлены с северного полюса, находящегося на географическом Южном полюсе, к южному, который соответственно находится на географическом Северном полюсе. Однако в виду внешнего воздействия магнитных полей, генерируемых Солнцем и другими небесными телами, происходит значительная деформация «идеальных» силовых линий, в силу чего ГМП имеет крайне неоднородную структуру. Так, например, индукция ГМП на границе магнитосферы  $\sim 10,03$  мТл, у поверхности Земли на экваторе – 20-30 мТл, а у полюсов 60-70 мТл [1].

#### *Геомагнитное возмущение.*

Геомагнитное возмущение – отклонения реально наблюдаемых преимущественно амплитудных параметров магнитосферы Земли от расчетных значений, принимаемых за нормальное невозмущенное состояние [2]. Под геомагнитным отклонением понимается сумма эффектов различных источников, представляющих собой сложные системы токов, текущих в ионосфере и в магнитосфере Земли.

Так, одной из составляющих геомагнитной вариации являются суточные вариации (Sq вариация). Данный тип вариации связан с солнечно-суточными и лунно-суточными изменениями напряженности геомагнитного поля из-за изменения солнечной активности. Максимумы вариации достигают днем и при противостоянии Луны.

Также одним из источников является 27-дневная вариация (Sd вариация), которая соответствует периоду вращения Солнца и обусловлена асимметрией потока магнитных неоднородностей в солнечном ветре.

Вращение Земли вокруг Солнца обуславливает появление сезонных вариаций, происхождение которых объясняется сезонной зависимостью угла между направлением вектора скорости солнечного ветра и осью земного диполя. Помимо сезонных, также можно рассматривать 11-летние и вековые вариации. 11-летние вариации сопряжены с периодом смены полюсов Солнца, а также количеством пятен на нём (закон Швабе Вольфа).

Вековая вариация магнитного поля, связана с процессами, проходящими внутри ядра Земли. Данная вариация наблюдается в течение длительных периодов времени, которые, по данным разных источников, варьируются от 100 до 500 лет.

#### *Магнитные обсерватории.*

Магнитная обсерватория – это научное учреждение, в котором длительное время осуществляется непрерывная регистрация вариаций геомагнитного поля, производятся регулярные абсолютные наблюдения, первичная обработка и анализ данных. Основным исходным материалом обсерваторий более 100 лет были магнитограммы, однако в последние десятилетия большинство обсерваторий перешло на цифровую систему получения и обработки данных, при которой основной продукцией являются ежесуточные файлы минутных значений вариаций геомагнитного поля с привязкой данных к абсолютным наблюдениям. На данный момент по всему миру функционирует более 250 магнитных обсерваторий. Внедрение новых цифровых технологий позволило повысить точность измерений и автоматизировать часть процессов получения и обработки информации. Если несколько десятилетий назад считалась вполне удовлетворительной погрешность измерений геомагнитного поля в пределах 5-10 нТл (0.015%), то сейчас в связи с развитием спутниковых измерений перед магнитными обсерваториями ставится задача обеспечения погрешности наблюдений 0.2-0.5 нТл (не хуже 0.001%). Максимально возможная точность, а также бесперебойный процесс измерений геомагнитного поля является главной целью каждой магнитной обсерватории. Так потеря одной из трёх составляющих, необходимых для расчёта магнитной индукции, легко восполняема, тогда как потеря двух-трёх минутных значений геомагнитной вариации обеспечивает снижение эффективности данных минимум на 50%.

#### *Линейная регрессия*

Задача восстановления данных может считаться одной из наиболее сложных задач в области анализа данных, она требует тщательного исследования исходного набора данных и методов, подходящих для анализа. Проблему потери данных геомагнитной вариации можно решить с помощью простейшего варианта регрессии – линейной регрессии. Данный тип регрессии относится к классу задач обучения с учителем, когда по заданному набору признаков наблюдаемого объекта необходимо спрогнозировать некоторую целевую переменную. Делается это с помощью моделирования линейной зависимости от признаков:

$$y = a \cdot x + b + e$$

В приведённой формуле  $a$  – регрессионный коэффициент,  $b$  – свободный член,  $e$  – случайная ошибка модели,  $x$  – это предиктор или исходные данные, а  $y$  – предсказываемая величина. Для нахождения коэффициентов  $a$  и  $b$  применяется метод наименьших квадратов, суть которого заключается в нахождении суммы квадратов отклонений представленных данных от получившейся прямой, которая будет иметь минимальное значение.

### **Литература**

1. Воробьев, А.В. Геоинформационная система для амплитудно-частотного анализа данных наблюдения геомагнитных вариаций и космической погоды / А.В. Воробьев, Г.Р. Воробьева // Компьютерная оптика. – 2017. – Т. 41, в. 6. – С. 963-972 (doi: 10.18287/2412-6179-2017-41-6-963-972).

2. Воробьев, А.В. Статистические взаимосвязи вариаций геомагнитного поля, аврорального электроджета и геоиндуцированных токов / А.В. Воробьев, В.А. Пилипенко, Я.А. Сахаров, В.Н. Селиванов // Солнечно- земная физика. – 2019. – Т. 5, №1. – С. 48-58 (doi: 10.12737/szf-51201905).

3. Воробьев А.В., Воробьева Г.Р. Веб-ориентированная 2D/3D-визуализация параметров геомагнитного поля и его вариаций // Научная визуализация. – 2017. – Т. 9, № 2. – С. 94-101.



## СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ГИС-ТЕХНОЛОГИИ

УДК 004:681.5

### МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ АВТОКЛАВА В ПРОГРАММЕ ITHINK MODELING THE WORK OF AUTOCLAVE IN ITHINK PROGRAM

Муравьева Е.А., Ефимова М.В.,  
Уфимский государственный нефтяной технический университет,  
филиал в г. Стерлитамак, пр. Октября, 2, г. Стерлитамак, Республика Башкортостан,  
453118, Россия

E.A. Muravyova, M.V. Efimova,  
Ufa State Petroleum Technological University,  
Branch in the Sterlitamak, Oktyabrya Ave., 2, Sterlitamak, Republic of Bashkortostan,  
453118, Russia

e-mail: mari.ma.efimova@mail.ru

**Аннотация.** В данной научной работе поднимается вопрос регулирования температуры в автоклаве. Для решения данной проблемы предлагается использовать имитационную модель работы автоклава, с помощью которой можно в зависимости от ряда входных параметров симитировать процесс работы автоклава с отображением динамики работы в графическом виде по часам, а также проанализировать процесс в зависимости от степени подачи пара и открытия вентилей. Осуществление экспериментальных исследований на реальных установках является затратным по времени и невыгодным по ресурсам. Во избежание аварийных ситуаций не рекомендуется проводить анализ влияния различных факторов в полном объёме. Опираясь на это, исследования рекомендуется проводить в среде имитационного моделирования. Она позволяет уменьшить затраты и время, а также исследовать влияние различных факторов в полном объёме. Задача авторов заключалась в разработке имитационной модели автоклава, с помощью которой можно, в зависимости от ряда входных параметров, симитировать процесс работы автоклава с отображением динамики работы в графическом виде по часам, а также проанализировать процесс в зависимости от степени подачи пара и открытия вентилей. При разработке модели использовались доступные материалы по изготовлению шлакоблоков в автоклаве из золошлаковых материалов теплоэлектроцентралей (ТЭЦ г. Кумертау). Представлена такая выходная характеристика, как график зависимости температуры от времени. Модель создана в широко известном программном пакете имитационного моделирования iThink. Представлен анализ полученной модели, по которой можно судить об ее адекватности и работоспособности.

**Abstract.** This scientific work raises the issue of temperature control in an autoclave. To solve this problem, it is proposed to use a simulation model of the autoclave, with which, depending on a number of input parameters, you can simulate the process of the autoclave with the dynamics of the work in graphical form by the clock, as well as analyze the process depending on the degree of steam supply and valve opening. The implementation of

experimental studies on real plants is time consuming and resource-disadvantageous. In order to avoid emergency situations, it is not recommended to analyze the influence of various factors in full. Based on this, research is recommended to be carried out in the environment of simulation modeling. It allows you to reduce costs and time, as well as explore the influence of various factors in full. The authors' task was to develop a simulation model of the autoclave, with which, depending on a number of input parameters, it is possible to simulate the process of the autoclave with the dynamics of work in graphical form by the clock, and also analyze the process depending on the degree of steam supply and opening of the valves. When developing the model, we used available materials for the production of cinder blocks in an autoclave from ash and slag materials of combined heat and power plants (Kumertau CHPP). An output characteristic such as a graph of temperature versus time is presented. The model was created in the well-known iThink simulation software package. The analysis of the obtained model is presented, according to which it can be judged on its adequacy and performance.

**Ключевые слова:** автоклав, вентиль, трубопровод, температура, регулирование, автоматизация.

**Keywords:** autoclave, valve, pipeline, temperature, regulation, automation.

Анализ результатов экспериментальных исследований процесса производства шлакоблоков из золошлаковых материалов теплоэлектростанций (в том числе ТЭЦ г. Кумертау), использующих для топлива бурые угли показывает, что существующие технологические аппараты и схемы не позволяют получить готовую продукцию необходимого качества. Этому препятствуют следующие основные причины: широкий диапазон изменения состава золошлаковых материалов оксидов железа ( $3\div 27\%$ ), следствием чего является случайный разброс оптимальной продолжительности стадий подъема и снижения давления и температуры в автоклаве, а также изотермической выдержки при постоянном давлении для технологических циклов автоклава; в существующих автоклавах насыщенный пар подается по одной трубе, что не позволяет равномерно нагреть весь объем автоклава и, как следствие, – увеличение объем брака в составе готовых шлакоблоков; в существующих технологических регламентах на производство шлакоблоков приемлемое время подъема и спада давления и температуры в автоклаве являются постоянными, средне статистическими параметрами, не учитывающими, изменяющийся от партии к партии, химический состав сырья. Как правило, их значение является завышенным, что ведет к снижению производительности автоклава, качества шлакоблоков и к перерасходу энергоресурсов.

Для снижения доли брака в составе шлакоблоков, подвергнутых тепловлажностной обработке в автоклаве, предлагается пар в автоклав (с целью равномерного прогрева всего рабочего пространства автоклава) подавать одновременно по нескольким трубам. Очевидно, что чем больше таких труб, тем равномернее будет осуществляться прогрев и будет меньше потерь тепловой энергии.

На рисунке 1 показана зависимость объема брака ( $B_p$ ) и затрат тепловой энергии ( $Q$ ) от точек ( $n$ ) подачи пара в автоклав. Из рисунка следует, что снижение процента брака ( $B_p$ ) в готовой продукции после тепловлажностной обработки шлакоблоков в автоклаве практически прекращается при  $n > 6$ , а затрат тепловой энергии – при  $n > 5$ . Поэтому с экономической точки зрения дальнейшее увеличение точек доступа пара в автоклав не имеет смысла и на этом основании принято решение подавать пар в автоклав по шести трубам.

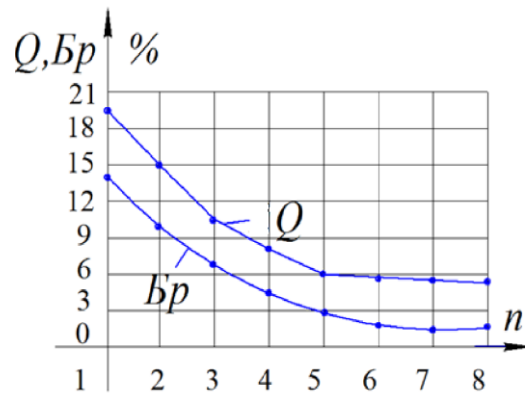


Рисунок 1. Зависимость объема брака ( $Бр$ ) и затрат тепловой энергии ( $Q$ ) от точек ( $n$ ) подачи пара в автоклав

Конструкция автоклава представлена на рисунке 2 (без указания элементов, не относящихся непосредственно к системе управления) [2]. Она представляет собой цилиндрический корпус 1, торцы которого после загрузки автоклава шлакоблоками герметично закрываются крышками 2.

Их закрытие контролируется путевыми датчиками  $GS_1 - GS_4$ . Типовая дренажная система автоклава циклического действия состоит из труб 3, 4, 5 и вентиля 6.

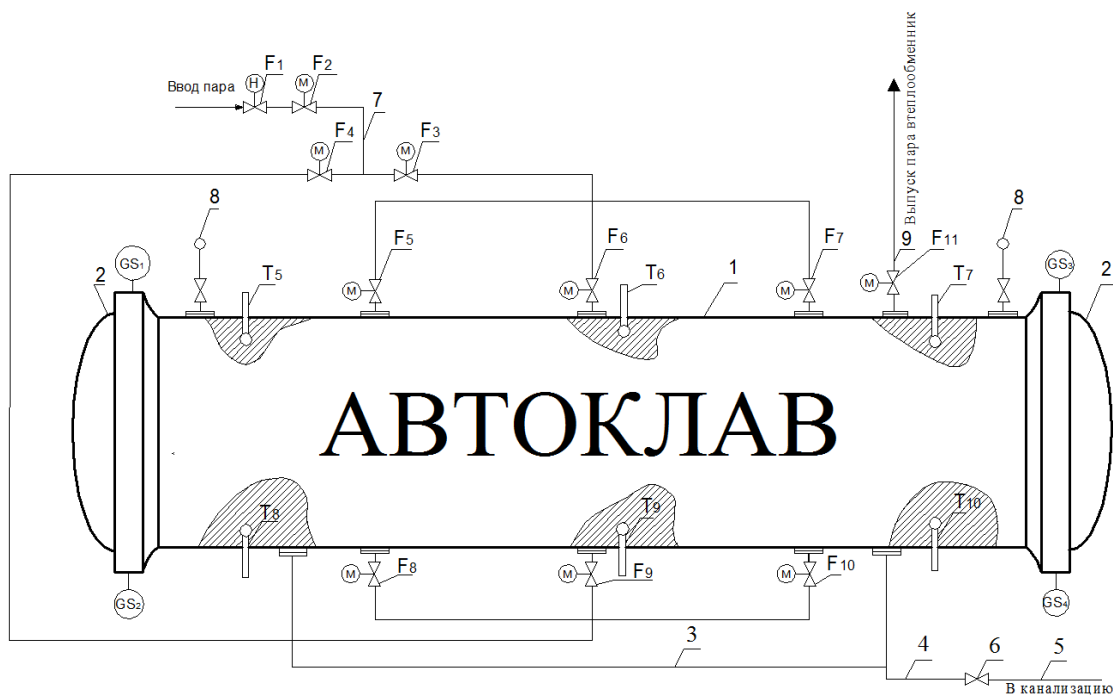


Рисунок 2. Схематическая конструкция автоклава для производства шлакоблоков из золошлаков

Подвод пара в автоклав производится через трубу 7 и вентиль с ручным приводом  $F_1$ , а также через регулируемый вентиль  $F_2$ . На регулируемые вентили  $F_5 \div F_7$  пар подается через вентиль  $F_3$ , а на регулируемые вентили  $F_8 \div F_{10}$  – через вентиль  $F_4$ . В верхнюю и нижнюю части автоклава пар подается соответственно через вентили ( $F_5 \div F_7$ ) и ( $F_8 \div F_{10}$ ). Контроль давления в автоклаве производится манометрами 8, а температура в шести точках измеряется датчиками ( $T_5 - T_{10}$ ). Пар из автоклава отводится через регулируемый вентиль  $F_{11}$  и трубу 9.

Для предотвращения избыточного давления в автоклаве на технологической стадии «Продувка» трубы 7 и 9 имеют одинаковое поперечное сечение, а у труб, отходящих от вентилей  $F_3$  и  $F_4$ , оно в два раза меньше. По тем же соображениям поперечное сечение труб, подведенных к вентилям ( $F_5 \div F_{10}$ ), составляет  $1/6$  поперечного сечения трубы 7.

Предложенная конструкция автоклава благодаря вводу пара и регулированию температуры в шести точках, позволяет более равномерно и за меньшее время обеспечить необходимую температуру и давление в автоклаве. Такая конструкция позволяет оптимальную продолжительность подъема и спада давления и температуры в автоклаве производить не по априорно заданному постоянному интервалу времени, которая в подавляющем большинстве случаев не соответствует постоянно меняющемуся химическому составу сырья, а по равномерности прогрева шлакоблоков. Тем самым создаются принципиально новые возможности для снижения энергозатрат и повышения качества готовой продукции при производстве шлакоблоков из золошлаковых материалов ТЭЦ, использующих бурые угли.

Визуализация предметной области в iThink осуществляется с помощью классических когнитивных карт. Модели в iThink представляются двумя иерархическими уровнями: уровень модели и уровень программного кода.

В процессе моделирования в окне модели формируется структурная схема модели из встроенных строительных блоков. Затем между ними устанавливаются взаимосвязи посредством стрелок-коннекторов; автоматически генерируется программный код. Оператору остается только ввести функциональные зависимости и числовые параметры, после этого модель готова к запуску. Задание формул и значений параметров осуществляется при помощи стандартных диалоговых окон пакета iThink [2].

Для создания общего вида модели зайдём во вкладку Model, где будем проводить построение схемы с помощью объектов: «Stock», «Flow», «Converter» и «Action Connector» (рисунок 3).

На рисунке 3 представлена модель работы автоклава. Для построения модели были использованы различные типы структурных блоков. В ходе построения модели была присвоена такая входная характеристика, как «График зависимости температуры от времени».

В модели так же использован и такой тип структурных блоков, который изображается фигурой, состоящей из трубопровода и вентиля, называемый потоком. Поток – это процесс, протекающий непрерывно во времени, оценить который можно в физических или денежных единицах, соотнесенных с каким-либо временным интервалом (рубли в месяц, литры в час и т.д.). В данной модели использовано два потока: «трубопровод» и «выход».

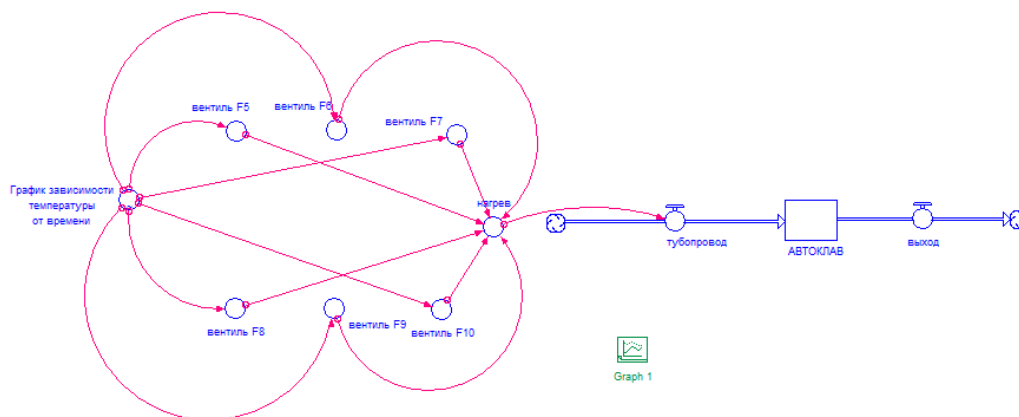


Рисунок 3. Общий вид модели работы автоклава во вкладке «Model»

При создании модели «Автоклав» нужно учитывать множество факторов, некоторые из которых нельзя описать определенной формулой, либо объяснить каким-то законом. Одним из таких факторов в нашей модели являются график зависимости температуры от времени. В системе iThink она задаются конвертерами, использующими графические функции, которые являются эскизами взаимосвязи между заданными входными и выходными параметрами. Входные и выходные параметры можно ввести непосредственно на самом графике, нарисовав мышкой некую кривую [3].

Конвертер «График зависимости температуры от времени» задает и регулирует температуру в течение 12 часов (рисунок 4). В течение всей работы температура пара изменяется со временем. Из графика видно, что сначала происходит подъем температуры от 0 до максимального значения 190°C, далее в течение 9 часов эта температура поддерживается. Затем происходит спад температуры до 60°C, и конечным этапом работы автоклава является выгрузка продукта. Все зависимости в окне «Graphical Function» определяются конкретными условиями функционирования реальной системы.

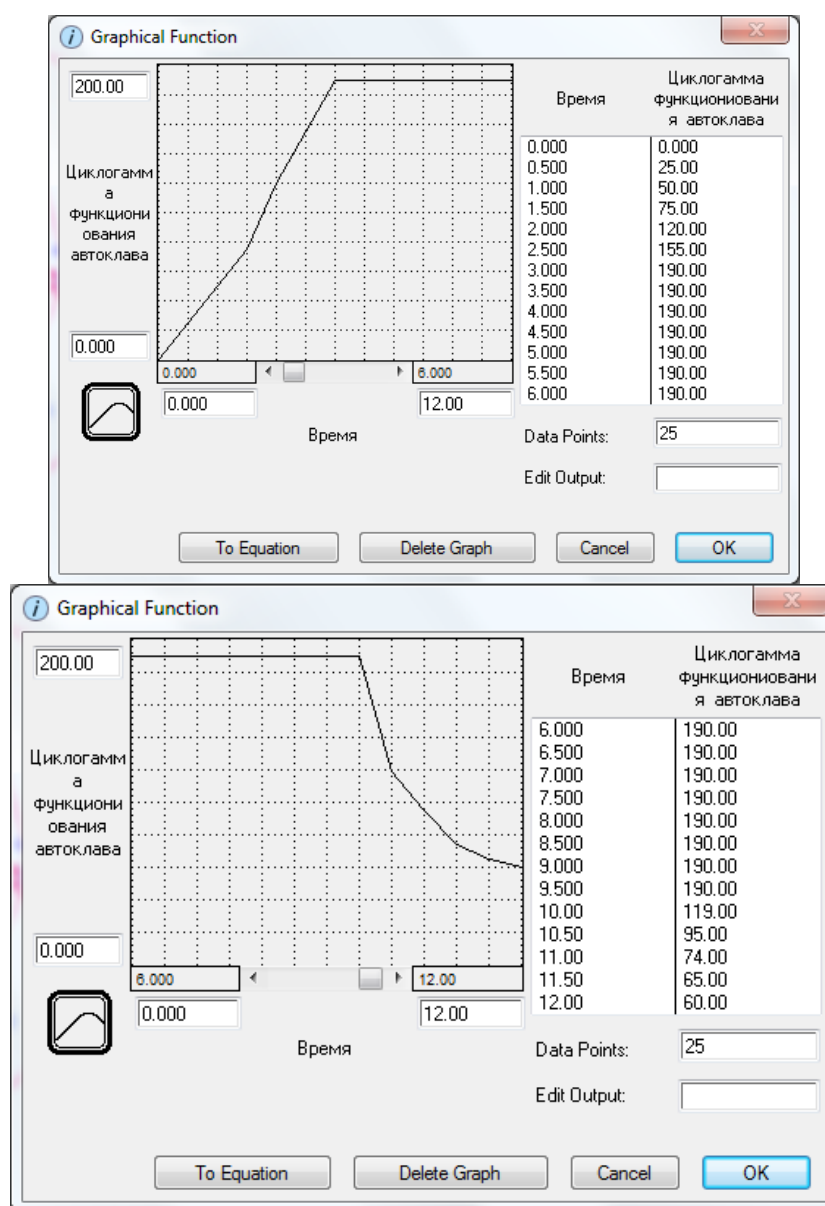


Рисунок 4. Окно «Graphical Function» конвертера «График зависимости температуры от времени»

Далее происходит подача пара через вентили F5, F6, F7 и F8, F9, F10 к конвертеру «нагрев». Этот конвертер предназначен для регулирования температуры, чтобы она не превышала максимальное значение, равное 190 °С. На рисунке 5 показано математическое решение данной задачи. Конвертер «Нагрев» подробно опишем в следующем пункте.

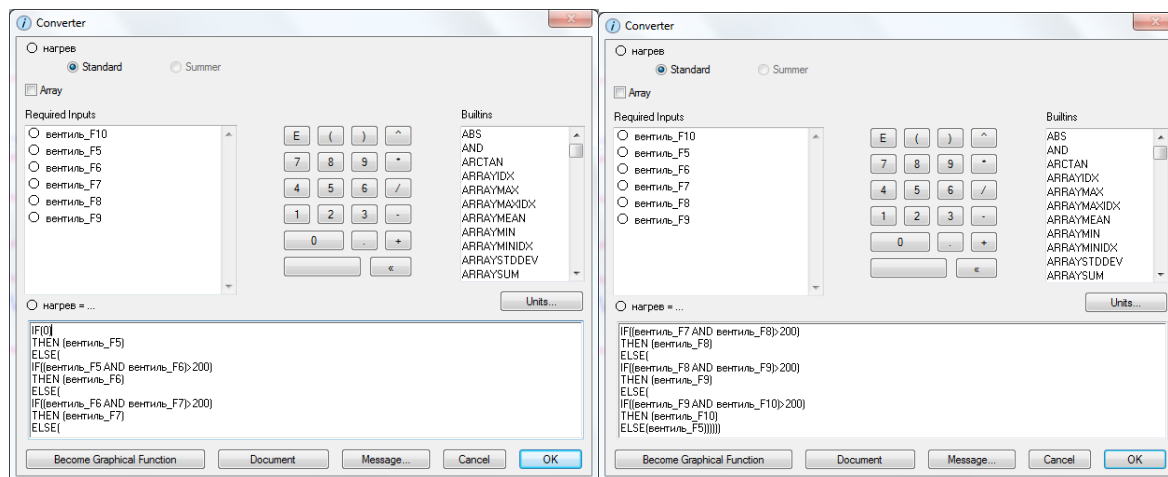


Рисунок 5. Окно конвертера «Нагрев»

Все описанные параметры имеют прямое влияние на работу автоклава. Во вкладке «Equation», на уровне программного кода, автоматически отображаются все сделанные настройки. Там же можно задать единицы измерения параметров, комментарии к параметрам и формулы для проведения моделирования.

После запуска процесса были получены следующие статистические данные, представленные на рисунке 6.

Время	вентиль F5	вентиль F8	вентиль F7	вентиль F8	вентиль F9	вентиль F10	нагрев	тубопровод	АВТОКЛАВ
Initial	49.00	49.00	49.00	50.00	50.00	50.00	49.00	66.82	49.00
1	110.82	118.41	116.51	116.27	115.74	130.04	110.82	140.23	0.00
2	188.47	185.77	175.37	185.24	184.57	191.93	188.47	183.57	4.00
3	182.10	183.04	182.85	184.18	183.35	199.06	182.10	184.29	32.57
4	188.81	185.92	175.99	185.30	184.83	191.54	188.81	187.84	61.86
5	185.47	181.49	176.27	187.08	186.66	194.62	185.47	182.45	94.50
6	181.46	182.77	181.69	184.08	183.23	199.77	181.46	180.75	121.95
7	185.53	181.51	178.38	187.09	186.67	194.55	185.53	184.21	147.70
8	177.98	184.28	188.05	188.16	187.90	202.34	177.98	172.70	176.91
9	105.43	115.61	107.92	114.57	113.94	133.73	105.43	92.55	194.61
10	62.62	68.55	54.23	72.27	72.02	85.61	62.62	59.34	132.16
11	45.64	56.27	47.48	55.44	54.79	75.62	45.64	38.50	

Рисунок 6. Таблица параметров управления автоклавом

## Выводы

Работа автоклава зависит от множества факторов, которые могут негативно повлиять на деятельность предприятия, особенно при определенной производственной норме.

Результаты моделирования работы автоклава: результирующие графики и таблица со статистическими данными, по которым видно, что работа автоклава

происходит в четыре этапа: прогрев шлакоблоков, их выдержка при температуре 190°C, охлаждение до температуры 60°C и их выгрузка. Проанализирована подача пара через разные трубопроводы, вентиля и разной температурой в автоклаве с помощью построения графиков.

Результат моделирования во многом зависит от точности входных данных (подаваемой температуры) и температуры, при которой происходит работа автоклава, от объема пара, от диаметра и от размера трубопроводов, какими обладает автоклав. Разработанная модель вполне работоспособна, устойчива, и при вводе более точных входных данных производит моделирование, результат которого будет соответствовать действительности.

### Литература

1. Муравьева Е.А., Азанов А.Н., Файзуллин С.Р. Исследование систем управления насосных дожимных станций и оценка их энергопотребления в программе Ithink // В сборнике: малоотходные, ресурсосберегающие химические технологии и экологическая безопасность Сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции. 2018. С. 330-333.

2. Муравьева Е.А., Исмоилов Т.Н., Файзуллин С.Р. Анализ режимов работы автоклава в программе Ithink // В сборнике: малоотходные, ресурсосберегающие химические технологии и экологическая безопасность Сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции. 2018. С. 333-335.

3. Муравьева Е.А., Михайлова Ю.К. Регулирование уровня ёмкости дожимной насосной станции в программе Ithink // В сборнике: малоотходные, ресурсосберегающие химические технологии и экологическая безопасность Сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции. 2018. С. 335-338.

4. Хакимов Р.А., Муравьева Е.А. Автоматизация нефтегазовой промышленности и экспертные системы // В сборнике: малоотходные, ресурсосберегающие химические технологии и экологическая безопасность Сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции. 2018. С. 359-362.

5. Муравьева Е.А., Еникеева Э.Р., Нургалиев Р.Р., Кубряк А.И. Разработка автоматической системы поддержания оптимального уровня жидкости с использованием поплавкового уровнемера на основе переменного резистора // В сборнике: Достижения, проблемы и перспективы развития нефтегазовой отрасли материалы Международной научно-практической конференции. Альметьевский государственный нефтяной институт. 2018. С. 238-243.

6. Муравьева Е.А., Радакина Д.С. Разработка алгоритма настройки адаптивного нечеткого регулятора с двойной базой правил // В сборнике: Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений (ITIDS'2018) Труды VI Всероссийской конференции (с приглашением зарубежных ученых). 2018. С. 36-41.

7. Muravyova E.A., Sharipov M.I., Kubryak A.I., Bondarev A.V. and etc. Power consumption analysis of pump station control systems based on fuzzy controllers with discrete terms in Ithink software // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 2018. С. 022072.

8. Кубряк А.И., Муравьева Е.А. Способ повышения эффективности многомерного четкого логического регулятора // В сборнике: Семьдесят первая всероссийская научно-техническая конференция студентов, магистрантов и аспирантов высших учебных заведений с международным участием Сборник материалов конференции. В 3-х частях. 2018. С. 290-293.

УДК 004:6252

**СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ  
БРОДИЛЬНОГО ОТДЕЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОГО РЕГУЛЯТОРА**

**PROCESS CONTROL SYSTEM  
OF A FERMENTATION UNIT BASED ON A FUZZY CONTROLLER**

Муравьева Е.А., Абдрафикова Ф.Ф., Газизова Г.И.,  
Уфимский государственный нефтяной технический университет,  
филиал в г. Стерлитамак, пр. Октября, 2, г. Стерлитамак, Республика Башкортостан,  
453118, Россия

E.A. Muravyova, F.F. Abdrafikova, G.I. Gazizova,  
Ufa State Petroleum Technological University,  
Branch in the Sterlitamak, Oktyabrya Ave., 2, Sterlitamak, Republic of Bashkortostan,  
453118, Russia

e-mail: Gazizova-98@yandex.ru

**Аннотация.** В статье разработана система управления технологическим процессом бродильного отделения на основе нечеткого регулятора. Объектом управления являются бродильные чаны, находящиеся на территории акционерного общества «Башспирт», где осуществляется процесс сбраживания осахаренного сусла производственными дрожжами. Поставлена задача усовершенствования системы управления процессом сбраживания осахаренного сусла производственными дрожжами замены устаревшей системы управления на более новую и современную. В связи с этим спроектирована система нечетких регуляторов для управления технологическим процессом бродильного отделения, способная производить управление двенадцатью выходными параметрами: положение клапанов для подачи сусла в шесть бродильных чанов и подачи производственных дрожжей в шесть бродильных чанов отделения. Двенадцать управляющих выходных параметров осуществляют управление семью входными параметрами: уровнем заполнения возбраживателя, уровнем заполнения шести бродильных чанов. Регулирование выходных параметров осуществляется на основе полученной информации с входных датчиков уровня сусла и производственных дрожжей. Разработан алгоритм управления, моделирование которого осуществляется с использованием интерактивной среды для программирования, численных расчетов и визуализации в MATLAB. Написание программы для программируемого логического контроллера Modicon M340 и его подключение произведено с помощью программной среды для разработки и программирования Schneider Electric Unity Pro. Создание интерфейса для автоматического управления процессом электролиза произведено посредством интегрированной SCADA-системы Vijeo Citect. Внедрение автоматической системы управления, учитывающей основные параметры многосвязанного объекта, и способной производить управление всем технологическим процессом бродильного отделения, позволило решить поставленную задачу: стабилизацию входных параметров и управление выходными параметрами процесса.

**Abstract.** In this paper, a process control system for a fermentation unit on the basis of a fuzzy controller has been developed. The objects under control are fermentation tanks located at Bashspirt Joint-Stock Company, where the process of saccharified must fermentation by



production yeast is carried out. The task was to improve the process of fermentation of saccharified wort by production yeast and replace the outdated control system with a newer and more modern one. In this regard, a fuzzy controller system has been designed to controlling the process of fermentation unit capable of controlling the following twelve output parameters: valve position for supplying wort to the six fermentation tanks and for supplying production yeast to the six fermentation tanks. The twelve control output parameters control the following seven input parameters: the fill level of the fermentor, the fill level of the six fermentation tanks. The output parameters are controlled on the basis of the obtained information from the wort and production yeast input level sensors. A control algorithm has been developed. Its simulation is carried out using MATLAB interactive environment for programming, numerical calculations and visualization. The program code for the programmable logic controller Modicon M340 and its connection are made using Schneider Electric Unity Pro software environment for development and programming. The interface for the automatic control of the electrolysis process is created through the integrated Vijeo Citect SCADA system. The introduction of an automatic control system that takes into account the basic parameters of a multi-connected object and is capable of controlling the entire process of the fermentation unit allowed to solve the following problem posed: stabilization of the input parameters and control of the output process parameters.

**Ключевые слова.** броидильное отделение, автоматизация, нечеткий регулятор, алгоритм управления, концептуальная модель, разработка системы управления.

**Keywords.** Fermentation unit, automation, fuzzy controller, control algorithm, conceptual model, development of a control system.

Одной из крупных технически развитых отраслей является спиртовое производство. Броидильное отделение характеризуется технологическими процессами, протекающими по непрерывно-поточному методу. Броидильное отделение предназначено для ведения работ процесса сбраживания осахаренного сусла производственными дрожжами в броидильных чанах.

Целесообразность и актуальность использования броидильных чанов заключается в том, что с их помощью завод получает зрелую бражку, которая необходима при производстве этилового спирта.

Исследование технологического процесса, определение факторов, влияющих на него, установление новых способов использования процессов броидильного отделения в промышленных условиях продолжается и на сегодняшний день.

Первоочередные задачи – усовершенствовать процесс броидильного отделения, чтобы производство было наиболее выгодным, с наименьшими затратами электроэнергии и с наибольшим выходом продукции. При этом необходимо учитывать различные факторы, влияющие на количество и качество продуктов броидильных чанов: поддержание, контроль и регулирование входных и выходных параметров данной установки.

Объектом управления являются броидильные чаны, находящиеся на территории акционерного общества «Башспирт».

Концептуальная модель системы нечетких регуляторов (FC1-FC6), управляющих ходом технологического процесса в броидильном отделении представлена на рисунке 1.

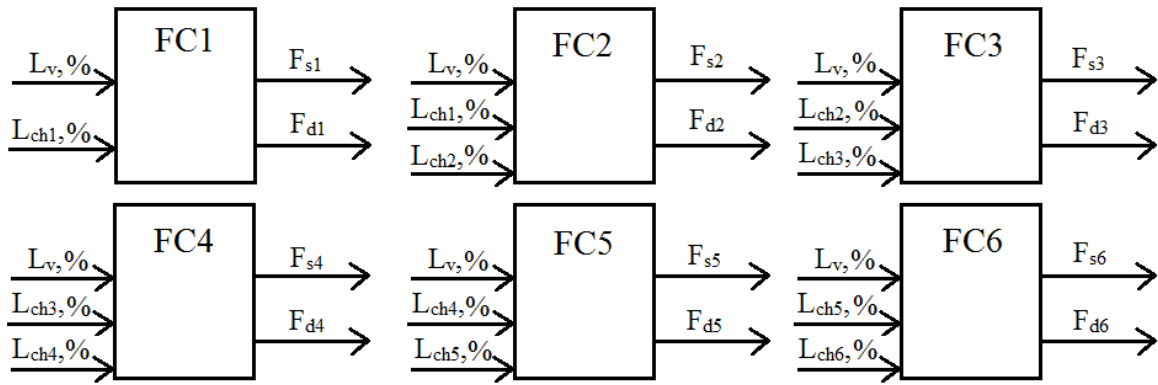


Рисунок 1. Концептуальная модель управления бродительным отделением на базе системы нечетких регуляторов

Для моделирования СУ бродительным отделением необходимо в FuzzyInferenceSystemEditor (FISEditor) задать входные и выходные переменные. В качестве алгоритма для нечетких регуляторов, управляющих бродительными чанами 2-7 и возбраживателем 1, выбран алгоритм Sugeno.

На рисунке 2 изображена структура нечеткого регулятора для первого бродительного чана, реализованная в Matlab.

На рисунке 3 изображена лингвистическая переменная для входной переменной в первом бродительном чане – уровень заполнения возбраживателя  $L_v$ . Задано 3 термина:

1.  $(L_v)_1$  – type «trimf», params [0 0 0], вид – прямая линия.
2.  $(L_v)_2$  – type «trimf», params [0 50 100], вид – треугольник.
3.  $(L_v)_3$  – type «trimf», params [0 100 100], вид – прямая линия.

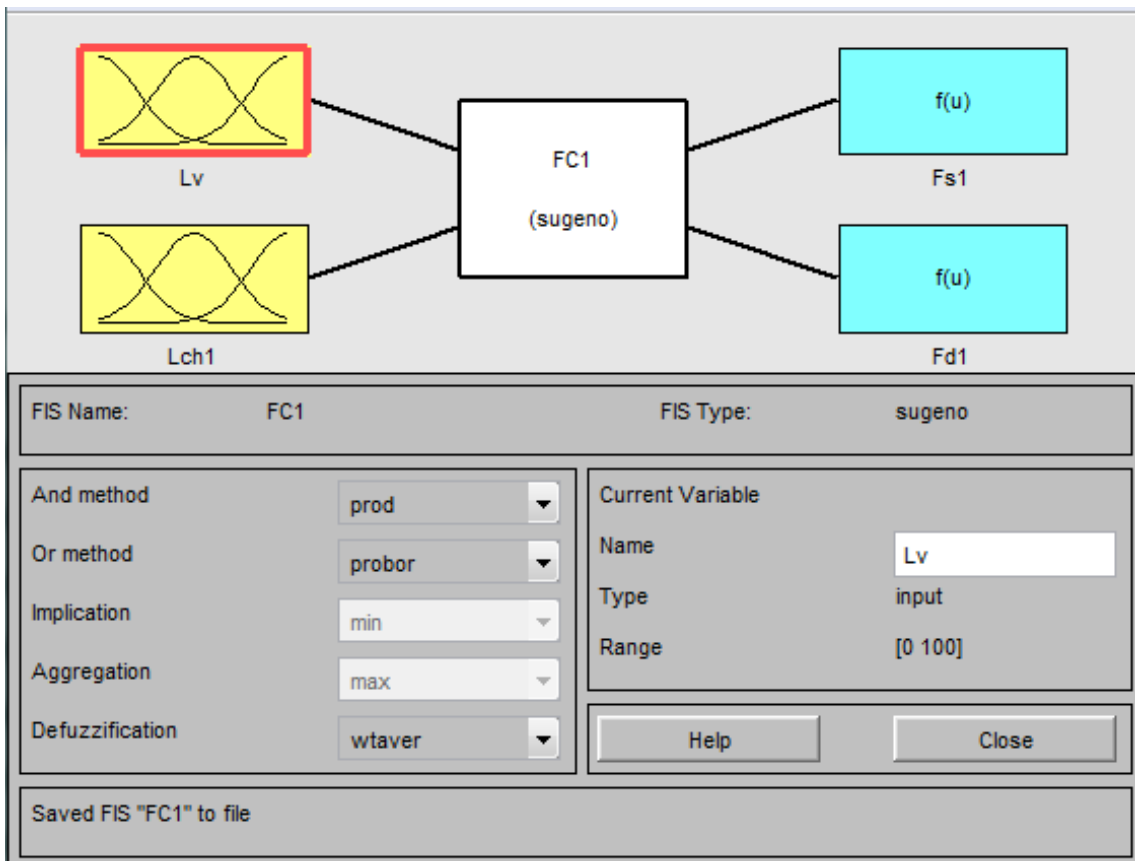


Рисунок 2. Модель нечеткого регулятора для первого бродительного чана

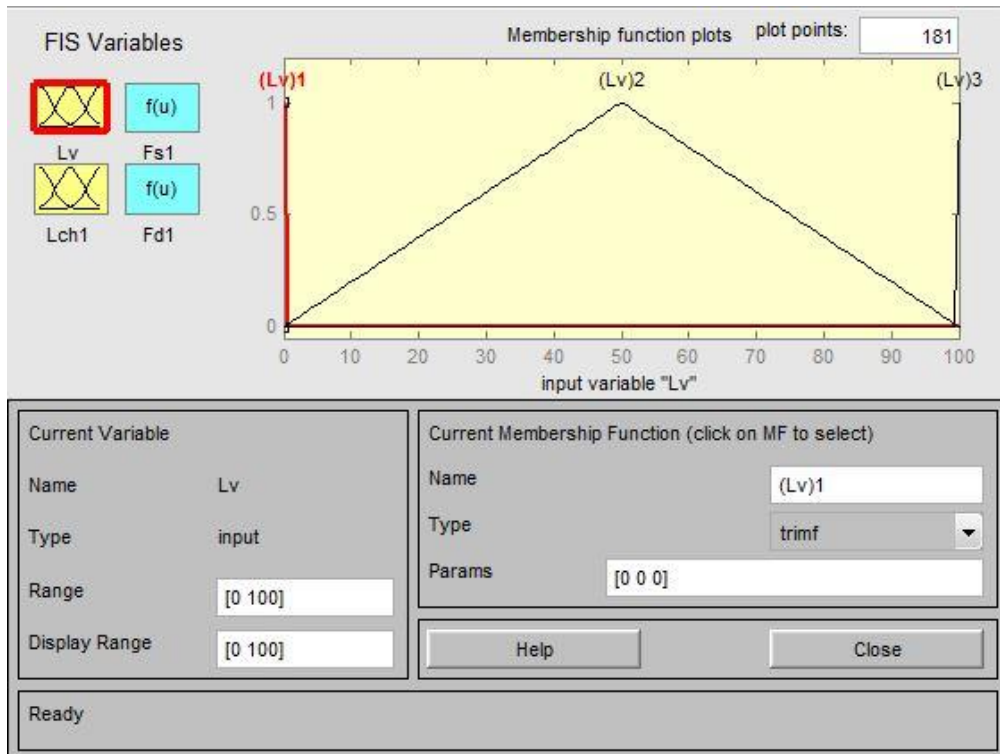


Рисунок 3. Лингвистическая переменная для входной переменной  $L_v$  в первом бродильном чане

Аналогичная переменная вводится для третьего-шестого бродильных чанов в соответствии с концептуальной моделью.

Для создания базы правил использован блок правил RuleEditor. Набор правил для реализации нечеткого регулятора в первом бродильном чане в Matlab изображен на рисунке 4.

Просмотр проекта осуществляется при нажатии кнопки Rules в контекстном меню программы. При открытии проверяется правильность проекта, путем ввода входных переменных в окно Input.

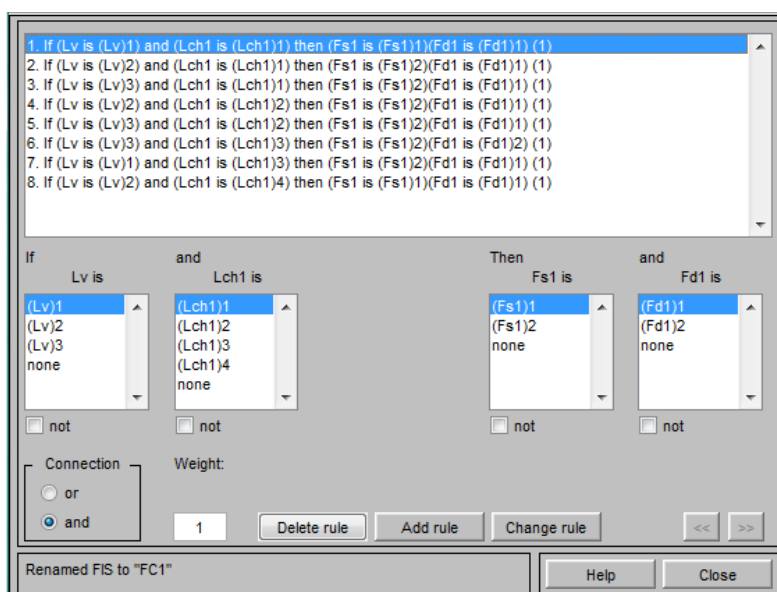


Рисунок 4. База правил для разработки алгоритма нечеткого регулятора в первом бродильном чане

Для моделирования разработанной нечеткой системы управления в первом бродильном чане используем следующие переменные:  $L_v = 100\%$ ,  $L_{ch1} = 59\%$ .

После ввода входных переменных будет работать правило 6:

Если  $L_v = \text{Полный}$  И  $L_{ch1} = \text{Сусло с производственными дрожжами}$ , ТО  $F_{s1} = \text{Открыт}$  И  $F_{d1} = \text{Открыт}$

«Если  $L_v = (L_v)_3$  И  $L_{ch1} = (L_{ch1})_3$ , ТО  $F_{s1} = (F_{s1})_2$  И  $F_{d1} = (F_{d1})_2$ »

Таким образом, положение клапанов первого бродильного чана для подачи сусла и производственных дрожжей составляет:  $F_{s1} = 1$ ,  $F_{d1} = 1$ .

На рисунке 5 изображен результат моделирования нечеткого регулятора для первого бродильного чана.

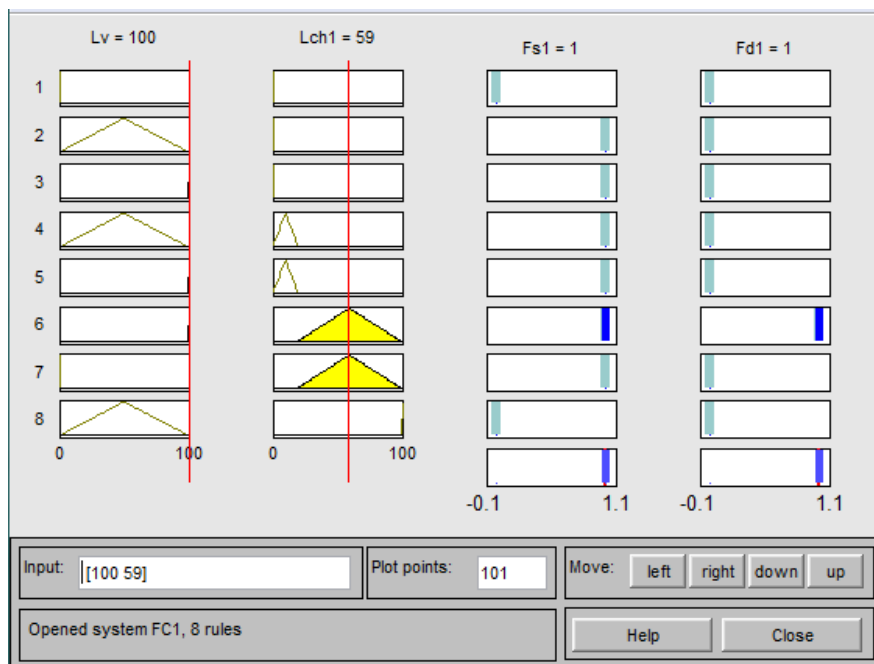


Рисунок 5. Результат моделирования нечеткого регулятора для первого бродильного чана

Для моделирования разработанной нечеткой системы управления во втором бродильном чане используем следующие переменные:  $L_v = 100\%$ ,  $L_{ch1} = 100\%$ ,  $L_{ch2} = 59\%$ .

После ввода входных переменных будет работать правило 6:

Если  $L_v = \text{Полный}$  И  $L_{ch1} = \text{Полный}$  И  $L_{ch2} = \text{Сусло с производственными дрожжами}$ , ТО  $F_{s2} = \text{Открыт}$  И  $F_{d2} = \text{Открыт}$

«Если  $L_v = (L_v)_3$  И  $L_{ch1} = (L_{ch1})_4$  И  $L_{ch2} = (L_{ch2})_3$ , ТО  $F_{s2} = (F_{s2})_2$  И  $F_{d2} = (F_{d2})_2$ »

### Выводы

В ходе работы был спроектирована система нечетких регуляторов для управления технологическим процессом бродильного отделения.

Нечеткий алгоритм был реализован в программах MATLAB.

Была настроена многомерная система управления. Нечеткий регулятор учитывает взаимные влияния входных параметров: уровень сусла и производственных дрожжей на выходные. Внедрение автоматической системы управления, учитывающей основные параметры многосвязного объекта, и способной производить управление всем процессом бродильного отделения позволило решить поставленную проблему: стабилизацию входных параметров и управление выходными параметрами процесса.

### Литература

1. Муравьева Е.А., Азанов А.Н., Файзуллин С.Р. Исследование систем управления насосных дожимных станций и оценка их энергопотребления в программе Ithink // В сборнике: малоотходные, ресурсосберегающие химические технологии и экологическая безопасность Сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции. 2018. С. 330-333.
2. Муравьева Е.А., Исмоилов Т.Н., Файзуллин С.Р. Анализ режимов работы автоклава в программе Ithink // В сборнике: малоотходные, ресурсосберегающие химические технологии и экологическая безопасность Сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции. 2018. С. 333-335.
3. Муравьева Е.А., Михайлова Ю.К. Регулирование уровня ёмкости дожимной насосной станции в программе Ithink // В сборнике: малоотходные, ресурсосберегающие химические технологии и экологическая безопасность Сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции. 2018. С. 335-338.
4. Хахимов Р.А., Муравьева Е.А. Автоматизация нефтегазовой промышленности и экспертные системы // В сборнике: малоотходные, ресурсосберегающие химические технологии и экологическая безопасность Сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции. 2018. С. 359-362.
5. Муравьева Е.А., Еникеева Э.Р., Нургалиев Р.Р., Кубряк А.И. Разработка автоматической системы поддержания оптимального уровня жидкости с использованием поплавкового уровнемера на основе переменного резистора // В сборнике: Достижения, проблемы и перспективы развития нефтегазовой отрасли материалы Международной научно-практической конференции. Альметьевский государственный нефтяной институт. 2018. С. 238-243.
6. Муравьева Е.А., Радакина Д.С. Разработка алгоритма настройки адаптивного нечеткого регулятора с двойной базой правил // В сборнике: Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений (ITIDS'2018) Труды VI Всероссийской конференции (с приглашением зарубежных ученых). 2018. С. 36-41.
7. Muravyova E.A., Sharipov M.I., Kubryak A.I., Bondarev A.V. and etc. Power consumption analysis of pump station control systems based on fuzzy controllers with discrete terms in Ithink software // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 2018. С. 022072.
8. Кубряк А.И., Муравьева Е.А. Способ повышения эффективности многомерного четкого логического регулятора // В сборнике: Семьдесят первая всероссийская научно-техническая конференция студентов, магистрантов и аспирантов высших учебных заведений с международным участием Сборник материалов конференции. В 3-х частях. 2018. С. 290-293.

## СИСТЕМЫ И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ ИНФОРМАЦИИ

УДК 004.89

### МЕТОДОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ В ИНТЕГРИРОВАННЫХ СТРУКТУРАХ ТЭК

### METHODOLOGY OF CONSTRUCTION OF INTEGRATED SECURITY SYSTEMS IN THE INTEGRATED STRUCTURES OF THE FEC

<sup>1,2</sup>Корнеев Н.В., <sup>1</sup>Меркулов В.Д.,

<sup>1</sup>Губкинский университет

<sup>2</sup>Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации  
г. Москва, Российская Федерация

N.V. Korneev<sup>1,2</sup>, V.D. Merkulov<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>Gubkin University

<sup>2</sup>Financial University under the Government of the Russian Federation  
Moscow, Russian Federation

e-mail: niccyper@mail.ru

**Аннотация.** Определены понятие и актуальность комплексных угроз. Выявлена проблематика комплексных угроз. Предложен подход к обеспечению защищенности от комплексных угроз при построении корпоративных систем безопасности в интегрированных структурах ТЭК. Разработана модель интеграции информационных потоков подсистем безопасности АСУ ТП в единую систему комплексной безопасности. Предложены алгоритмы интеллектуального анализа данных при построении систем комплексной безопасности в интегрированных структурах ТЭК.

**Abstract.** The concept and relevance of complex threats are defined. The problems of complex threats are identified. An approach is proposed to ensure protection against complex threats when building corporate security systems in integrated structures of the FEC. A model has been developed for the integration of the information flows of the PCS security subsystems into a single integrated security system. Algorithms for data mining in the construction of integrated security systems in the integrated structures of the FEC are developed.

**Ключевые слова:** комплексная угроза, ТЭК, интеграция, иерархия, автоматизация, комплексная безопасность, корпоративные системы безопасности, обнаружение комплексных угроз.

**Keywords:** complex threats, FEC, integration, hierarchy, automation, complex security, corporate security systems, complex threats detection.

В настоящее время принципиально изменяется структура систем обработки информации, основой которых теперь являются распределенные информационно-

вычислительные сети, подключенные к глобальным сетям передачи данных, конвергентные, гиперконвергентные, нейроморфные и квантовые вычислительные системы. В тоже время ужесточаются требования регуляторов, особенно в части комплексной безопасности объектов: физической, экономической, пожарной, информационной, психологической, безопасности интеллектуальной собственности, техногенной, безопасности от терроризма, экологической безопасности, энергетической безопасности. Для топливно-энергетического комплекса (ТЭК) – это в первую очередь Доктрина энергетической безопасности Российской Федерации (Указ Президента РФ от 13.05.2019 г. №216), новая редакция Доктрины информационной безопасности (Указ Президента РФ от 5.12.2016 г. №646), Федеральный закон от 26 июля 2017 г. №187-ФЗ «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации», Федеральный закон от 21 июля 2011 г. №256-ФЗ «О безопасности объектов топливно-энергетического комплекса», Федеральный закон от 27 июля 2006 г. №149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации». В этих документах приоритетное место уделено вопросам обеспечения безопасности объектов топливно-энергетического комплекса, в том числе посредством постоянного осуществления мониторинга угроз функционирования объекта.

Определим основные понятия и актуальность комплексных угроз.

Угроза – потенциально возможное событие, процессы, явления, которые могут привести к уничтожению, утрате целостности, конфиденциальности и доступности информации.

Атака – попытка реализации угрозы.

Нарушение – реализация угрозы.

Безопасность информации в компьютерных системах – такое состояние всех компонент компьютерной системы, при котором обеспечивается защита информации от возможных угроз на требуемом уровне.

Системы, в которых обеспечивается необходимый уровень безопасности, называются защищенными.

Элементарные угрозы можно рассматривать как конкретные формализованные угрозы (например, угрозы АСУ ТП отдельных объектов).

Общие особенности элементарных угроз на данный момент:

1. Классифицированы.
2. Хорошо изучены.
3. Разработаны средства и методы защиты.

В существующей классификации элементарных угроз можно выделить:

1. Физические.
2. Экономические.
3. Угрозы пожарной безопасности.
4. Информационные.
5. Психологические.
6. Угрозы интеллектуальной собственности.
7. Техногенные.
8. Террористические.
9. Экологические.

Комплексная угроза (КУ) – совокупность нескольких синхронизированных элементарных угроз.

Элементарные составляющие комплексной угрозы обязательно должны быть синхронизированы тем или иным способом. Поиск данной связи (общей компоненты) – нетривиальный процесс. Элементарные угрозы в составе комплексной направлены на отдельные объекты инфраструктуры. Настоящая (основная) цель комплексной угрозы

для ТЭК, в общем случае, только одна – это значимый объект критической информационной инфраструктуры, которому присвоена одна из категорий значимости и который включен в реестр значимых объектов критической информационной инфраструктуры (Федеральный закон от 26 июля 2017 г. №187-ФЗ «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации»).

Выделим особенности комплексных угроз:

1. Сложны в реализации.
2. Процесс реализации неочевиден с точки зрения течения времени.
3. Цель КУ сложнее отследить и минимизировать последствия.
4. Могут быть ошибочно классифицированы, как несвязанные элементарные угрозы.
5. Для обеспечения защищенности требуются соответствующие системы комплексной защиты [1, 2].

Синхронизированные атаки, реализующие комплексную угрозу:

1. Могут быть растянуты во времени.
2. Могут происходить практически одновременно.

Наблюдения, основанные на аспекте времени – одни из самых очевидных и простых для человека. Однако анализ только временного аспекта совершенных атак может привести к неверному выводу, что элементарные атаки не синхронизированы (верно и наоборот). Единственное верное решение – системный подход к анализу инцидентов безопасности.

Основная проблема при рассмотрении элементарных угроз: разработка и внедрение эффективных средств защиты.

Основная проблема при рассмотрении комплексных угроз: выявление самого факта наличия комплексной угрозы. Комплексная угроза – совокупность нескольких элементарных угроз, поэтому КУ может быть выявлена на основе анализа взаимосвязей нескольких реализованных элементарных угроз.

Без привязки к конкретным свойствам защищаемого объектам, комплексная угроза  $C$  может быть представлена как совокупность (1) множества элементарных угроз  $T$  и множества  $R$  взаимосвязей между ними [2]:

$$C = \langle T, R \rangle. \quad (1)$$

Рациональный способ рассмотрения КУ с учетом сказанного выше: процессный подход. Синхронизированные атаки в составе КУ могут быть рассмотрены как цепочка событий-нарушений, в таком случае одним из синхронизирующих механизмов является время [1, 2].

С учетом данного подхода, комплексная угроза может быть представлена на концептуальном уровне в следующем виде (рисунок 1) [1].

Очевидно, что при таком подходе, важными являются две задачи:

1. Анализ событий-нарушений с целью выявления связей, т.е. стремление к максимально полному описанию элементов множества  $R$ , что позволит спрогнозировать следующие атаки.
2. Недопущение достижения злоумышленником реализации атаки, которая приведет к наступлению целевого события-нарушения, что означает прежде всего определение потенциальных целевых событий-нарушений.

Немаловажным преимуществом описанного подхода является достаточно высокая распространенность SIEM и SEM систем, которые могут являться источником данных о событиях для дальнейшей аналитики.



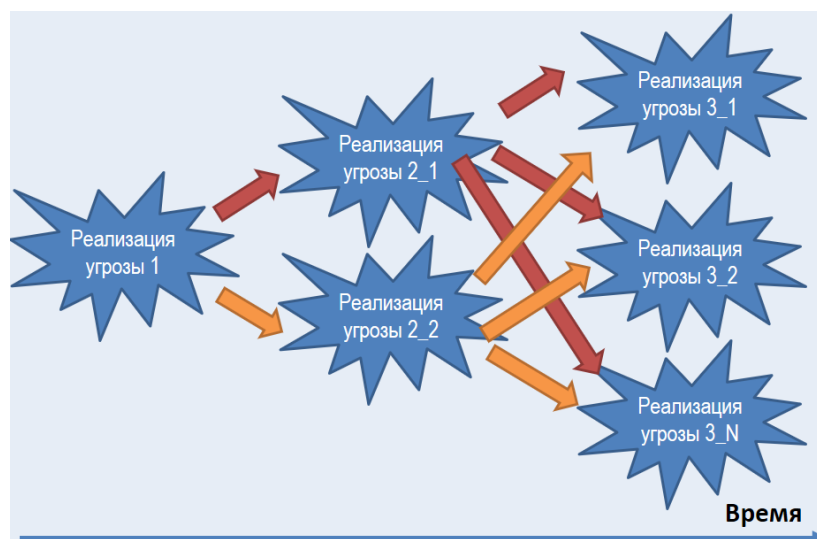


Рисунок 1. Концепт реализации комплексной угрозы при событийном подходе и синхронизации посредством времени

Из-за сложности планирования и реализации КУ, а более формально – по причине отношения параметров «затраты на реализацию атаки» и «ожидаемый ущерб от атаки», логично предположить, что наиболее часто КУ формируются для нанесения ущерба крупным предприятиям и компаниям. В связи с этим, примем, что на рассматриваемом объекте защиты уже функционируют определенные программно-аппаратные системы, обеспечивающие защищенность от ряда элементарных угроз.

Существующая корпоративная система безопасности, в таком случае, изначально работает на обеспечение защищенности от конкретных элементарных угроз. Систематизировав данные угрозы и рассмотрев возможность существования взаимосвязей между ними, можно составить набор данных для дальнейшего анализа аналитическим ядром, результаты которого будут использоваться в процессе обнаружения КУ. База потенциальных элементарных угроз может формироваться из различных источников (рисунок 2) [1].

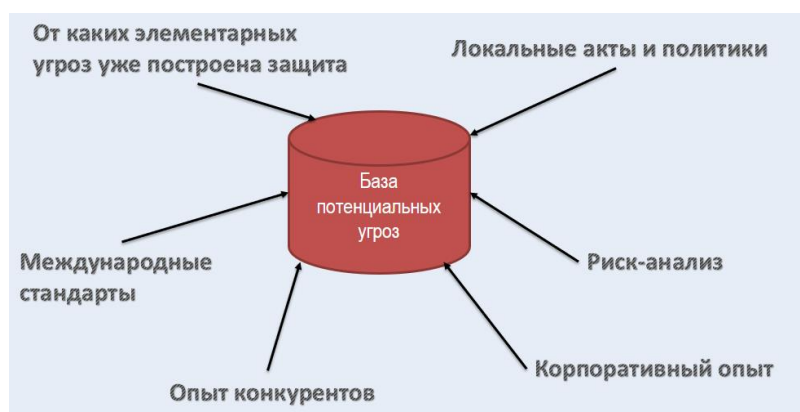


Рисунок 2. Источники данных для формирования базы потенциальных элементарных угроз

Хранимые атрибуты угроз, тип хранилища и прочие аспекты базы потенциальных угроз должны определяться под конкретные требования заказчика.

Помимо этого, предлагается интегрировать в единое хранилище информационные потоки с подсистем защиты от элементарных угроз. Сами же подсистемы защиты могут получать данные напрямую от датчиков (например,

контролирующих физический периметр защиты), либо взаимодействуя с другими программными средами (например, АСУ ТП). Информационные потоки также могут поступать из ERP-систем, в случае их наличия.

Таким образом, имея базу потенциальных событий-нарушений и поступающие данные от подсистем защиты, становится возможным решение задачи обнаружения комплексных угроз путем применения алгоритмов анализа данных. В сущности, потребуется решение классических задач классификации, регрессии, кластеризации и аффинитивного анализа. Аналитическое ядро на основе алгоритмов интеллектуального анализа данных, решая упомянутые задачи, будет находить взаимосвязи между элементарными атаками, проводить мониторинг интегрированных в систему комплексной безопасности (КБ) информационных потоков [2], что в совокупности обеспечит решение проблемы обнаружения комплексных угроз.

Разработка системы, способной обеспечить защищенность от комплексных угроз, является следующим этапом развития корпоративной системы защиты.

Система КБ интегрирует уже существующие отдельные подсистемы защиты объектов АСУ ТП в единый комплекс защиты.

Модель интеграции подсистем безопасности АСУ ТП в единую систему комплексной безопасности (рисунок 3), включает в себя:

1. Разработка подсистем защиты объектов АСУ ТП.
2. Формализация информационных потоков подсистем защиты.
3. Создание корпоративной базы потенциальных угроз.
4. Разработка архитектуры системы КБ. Интеграция информационных потоков подсистем защиты в озеро данных (data lake).
5. Использование корпоративной базы потенциальных угроз и интегрированных в data lake потоков информации с подсистем безопасности для обеспечения защиты от комплексных угроз.



Рисунок 3. Модель интеграции подсистем безопасности АСУ ТП в единую систему комплексной безопасности

Предложенная модель (рисунок 3) включает озеро данных (data lake) – единственное хранилище для не полностью структурированных данных, которые не требуют предварительного моделирования [2]. Озеро данных представляет новый подход к решению проблемы интеграции данных на уровне предприятий, позволяющий увеличить их подверженность мобильным и облачным приложениям на базе сенсорного Интернета вещей и других аспектов того, что называется сегодня «Новая ИТ-платформа» [2].

Выбор озера данных для модели (рисунок 3) определяется следующими факторами.

Гибкость при использовании данных, позволяет сначала интегрировать потоки информации, а затем решать, что с ними делать, и в каком формате обрабатывать.

При дополнении базы потенциальных угроз потребуется лишь разработка нового набора правил трансформации извлекаемых данных.

В случае использования классического хранилища данных потребовалось бы изменять внутреннюю модель самого хранилища.

Система комплексной безопасности (рисунок 3) использует алгоритмы интеллектуального анализа данных. Рассмотрим применение алгоритмов интеллектуального анализа данных при построении систем комплексной безопасности. В этом случае целью рассмотрения будет – синтезировать алгоритм работы комплексной системы защиты на основе имеющегося реестра потенциальных угроз и информации из озера данных.

Такой алгоритм работы, в сущности, представляет собой набор правил обнаружения, которые определяют:

1. Состав элементарных угроз в составе комплексной.
2. Связь между элементарными угрозами.
3. Предполагаемые цели комплексной угрозы.

Таким образом, каждое правило обнаружения описывает структуру определенной комплексной угрозы. Используя в работе набор правил обнаружения, система КБ, опираясь на собираемые из подсистем защиты данные, может выявлять комплексные атаки.

Процесс синтеза правил обнаружения слабо формализован, поскольку невозможно достаточно точно определить критерии классификации совокупности элементарных угроз как КУ.

В условиях слабо формализованных задач широко применяются алгоритмы интеллектуального анализа данных (data mining) [4] и машинного обучения [1, 2, 5], способные обеспечивать следующий функционал:

1. Решение задач кластеризации.
2. Решение задач классификации.
3. Поиск и описание скрытых взаимосвязей в структурированных наборах данных.

Кластеризация данных позволяет разбивать множества объектов на группы, называемые кластерами.

Цель алгоритма кластеризации заключается в разделении исходного множества объектов на  $n$  кластеров таким образом, чтобы каждый объект принадлежал ровно одному кластеру.

Возможные сферы применения алгоритмов кластеризации при разработке системы КБ:

1. Кластеризация потенциальных угроз по уровню опасности.
2. Кластеризация объектов защиты по критерию важности.
3. Кластеризация объектов защиты по критерию защищенности.

Алгоритм кластеризации автоматически формирует кластеры из множества объектов, т.е. на вход подается лишь количество кластеров, на которые требуется произвести разбиение, а не формализованные правила разбиения на кластеры.

Классификация – это процесс соотнесения объекта к одному из известных классов (групп объектов).

Цель алгоритма классификации заключается в определении принадлежности нового объекта, неизвестного ранее классификатору, к одному из predetermined наборов классов.

Возможные сферы применения алгоритмов классификации при разработке системы КБ:

1. Определение степени опасности новых возможных угроз на основе уже проклассифицированных угроз.
2. Выявление связанных множеств элементарных угроз, т.е. определение факта наличия комплексной угрозы.
3. Поддержка систем мониторинга и управления системы КБ.

Алгоритмы аффинитивного анализа применяются для исследования взаимных связей между событиями, которые происходят совместно, т.е. поиска ассоциаций между событиями. Результат работы алгоритма аффинитивного анализа – набор ассоциативных правил, которые формируются в виде «условие-следствие», например, «если А, то Б».

Основная сфера применения алгоритмов аффинитивного анализа при разработке системы КБ – формирование набора правил, характеризующих комплексную угрозу в виде «если произошло событие-нарушение А, то следующим произойдет событие-нарушение Б, а целевым событием-нарушением будет В».

При практической реализации систем поиска ассоциативных правил используют различные методы, которые позволяют снизить пространство поиска до размеров, обеспечивающих приемлемые вычислительные и временные затраты, например, алгоритм Apriori.

### **Выводы**

Рассмотрены вопросы определения комплексных угроз, их актуальность, особенности реализации и предотвращения. Системы комплексной безопасности интегрируют отдельные подсистемы защиты в единый «периметр», способный обеспечить защиту от КУ. Предложены подходы к построению систем КБ, заключающийся в создании единой корпоративной базы потенциальных угроз безопасности. Рассмотрен процесс разработки системы КБ и дана краткая характеристика отдельным этапам. Предложен современный подход к организации хранилища данных, релевантный решаемой задаче – data lake. Предложены алгоритмы интеллектуального анализа данных и машинного обучения, применимые в условиях построения системы КБ. Рассмотрены общие принципы работы алгоритмов кластеризации, классификации и аффинитивного анализа. Сформулированы задачи, возникающие в системах КБ, наиболее эффективно решаемые алгоритмами интеллектуального анализа данных и машинного обучения.

### **Литература**

1. Корнеев Н.В., Меркулов В.Д. Интеллектуальная аналитика в обеспечении защищенности от комплексных угроз // В сборнике: Безопасные информационные технологии. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019. С. 215-219.
2. Korneev N.V. A neurograph as a model to support control over the comprehensive objects safety for bim technologies // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science Current Problems and Solutions. 2019. С. 12-21.

3. Stein B and Morrison A 2014 The enterprise data lake: Better integration and deeper analytics Technology Forecast: Rethinking integration (Luxembourg: Published by PwC's Center for Technology and Innovation) Issue 1 p. 60.

4. Корнеев Н.В., Петрова О.А. Особенности практического использования технологии анализа данных data mining в практико-ориентированном бизнесе // Техника машиностроения. 2012. №4 (84). С. 38-41.

5. Корнеев Н.В. Система поддержки управления комплексной безопасностью объектов с массовым пребыванием людей // Информационные технологии. Проблемы и решения. 2019. №1(6). С. 60-65.

УДК 004.051

**МЕТОД БИОМЕТРИЧЕСКОЙ АУТЕНТИФИКАЦИИ  
ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ  
НА ОСНОВЕ «ГЛУБОКИХ» НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

**METHOD OF BIOMETRIC AUTHENTICATION  
OF USERS OF INFORMATION SYSTEMS  
BASED ON “DEEP” NEURAL NETWORKS**

Казарин М.А., Липатников В.А.,  
Военная академия связи  
им. Маршала Советского Союза С.М. Буденного,  
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

M.A. Kazarin, V.A. Lipatnikov,  
Military Academy of Communications  
named after Marshal of the Soviet Union S.M. Budyonny,  
St. Petersburg, Russian Federation

e-mail: kazarinmisha@mail.ru

**Аннотация.** Использование традиционных способов аутентификации пользователей информационных систем являются распространёнными и в то же время простыми методами, но не являются достаточно защищенными. Методы аутентификации пользователей информационных систем с применением специальных мер защиты в современных условиях недостаточно эффективны для защиты от несанкционированного доступа. Одной из причин несанкционированного доступа к защищаемой информации является слабая защищенность средств авторизации. Безусловную гарантию того, что пользователь действительно является тем, за кого себя выдает, обеспечивает только биометрия, так как она использует неотъемлемые атрибуты вроде частей тела человека, которые невозможно передать другому. Исследованы методы преобразования биометрических признаков в цифровой код. Цель – обеспечить меньшие значения вероятности ошибки 1 рода и ошибки 2 рода. Результаты – предложен метод «нейронных сетей» для преобразования биометрических признаков в цифровой код при биометрической аутентификации, который имеет преимущество по сравнению с методом «нечетких экстракторов». Метод позволяет повысить результативность аутентификации пользователей информационной системы в условиях угроз за счет снижения вероятностей ошибки 1 рода и ошибки 2 рода.

**Abstract.** The use of traditional methods of authentication of users of information systems are common and at the same time simple methods, but not sufficiently secure. Methods of authentication of users of information systems using special security measures in modern conditions are not effective enough to protect against unauthorized access. One of the reasons for unauthorized access to protected information is the weak security of authorization tools. An unconditional guarantee that the user is really who he claims to be is provided only by biometrics, since it uses inherent attributes like parts of the human body that cannot be transferred to another. The methods of converting biometric features into a digital code are investigated. The goal is to provide lower values for the probability of type 1 error and type 2 error. Results – a method of “neural networks” is proposed for converting biometric features into a digital code with biometric authentication, which has an advantage over the method of “fuzzy extractors”. The method improves the efficiency of authentication of users of the information system in the face of threats by reducing the likelihood of errors of the first kind and errors of the second kind.

**Ключевые слова:** аутентификация, информационные сети, нейронные сети, нечеткие экстракторы, глубокое обучение, секретный ключ.

**Keywords:** authentication; information networks; neural networks; fuzzy extractors, deep learning, secret key.

#### *Введение*

Механизмом защиты от НСД является средство разграничения доступа (СРД) [1]. Биометрические технологии имеют преимущество в достоверности и являются перспективным направлением, которые позволяют решить проблемы, возникающие при использовании традиционных методов аутентификации для защиты от НСД [2].

В [3] предложена биометрическая криптосистема, полученная путем интеграции многофакторной биометрии, пороговой криптографии (схема Шамира) и методов преобразования нечетких биометрических параметров в ключевые последовательности, а также обсуждены преимущества такого решения. Однако, не обосновано какой конкретно метод преобразования нечетких биометрических параметров в ключевые последовательности эффективнее использовать, не выявлены достоинства и недостатки известных методов. Не обеспечены требуемые значения вероятности ошибки 1 рода и ошибки 2 рода.

В [4] выявлено, что сверточные нейронные сети требуют большого количества ресурсов для выделения признаков, но позволяют получить лучшие показатели ошибок 1 рода и ошибок 2 рода. Также в этой статье рассматривается применение такого подхода в парадигме биометрической аутентификации по изображению лица, и установлено, что для этих целей достаточно одного скрытого слоя НС. Однако, биометрическая аутентификация имеет множество разновидностей и такой подход имеет ограничения в области применения, не является универсальным.

*Цель работы* – повысить результативность аутентификации пользователей ИС за счет снижения вероятностей ошибки 1 рода и ошибки 2 рода, используя «глубокие» нейронные сети.

*Задача* – на основе исследования существующих методов преобразования биометрических признаков в цифровой код и с учетом выявленных достоинств и недостатков разработать метод, при котором вероятности ошибок 1 рода и ошибок 2 рода будут меньше.

*Решение*

При выборе метода решения задачи определено, что эффективность биометрической аутентификационной системы характеризуется двумя параметрами [5]:

- коэффициентом ошибочных отказов – не предоставление доступа «СВОЕМУ», то есть система не пропускает легального пользователя (ложный отказ) – ошибка 1 рода;
- коэффициентом ошибочных подтверждений – предоставление доступа «ЧУЖОМУ», то есть система пропускает нелегального пользователя (ложный доступ) – ошибка 2 рода.

Очевидно, что ошибка 2 рода является наиболее критической для системы, нежели ошибка 1 рода, и последствия от ошибки 2 рода будут наиболее тяжелые. Необходимо стремиться, чтобы оба параметра ошибки должны быть равны нулю. К сожалению, биометрические системы тоже неидеальны.

После ввода биометрических параметров и считывания их соответствующим устройством идет преобразование биометрических данных в цифровой код. Существует два подхода, которые позволяют генерировать из биометрических данных ключи, которые удовлетворяют требованиям современной криптографии, и которые обладают при этом низкой вероятностью ошибки второго рода: нейронные сети и нечеткие экстракторы. В настоящей работе метод «нечетких экстракторов» не рассматривается.

НС – это способ преобразования биометрических данных в однозначный криптографический ключ (длинный пароль), при этом эта сеть заранее обучена и имеет большое число входов и выходов. НС состоят минимум из трех слоев – входной, выходной и скрытый. Скрытых слоев может быть неограниченное количество. Главный недостаток этого метода – это сложный процесс обучения большой НС. Процесс обучения малых НС достаточно быстр, но такие сети принимают решения низкого качества. Чем больше слоев, входов НС, тем достовернее решения и труднее процесс обучения. Так же недостатком является сложность тестирования надежности НС. Главным отличием НС от нечетких экстракторов является то, что они квантуют биометрические признаки после их обогащения, что исключает недостаток маленькой длины ключа. Также достоинством ИНС является то, что они легко масштабируемы и фрагментируемы, так как имеют регулярную структуру.

Следовательно, нечеткие экстракторы оказываются хуже НС. Также подход с использованием НС гораздо лучше стандартизирован, нежели метод с применением нечетких экстракторов – ГОСТ Р 52633 [7]. Существует два типа архитектуры НС [8]: «глубокие» нейронные сети (рисунок 1) и «широкие» нейронные сети (разрастаются не вглубь, а вширь, то есть в одном слое много нейронов).

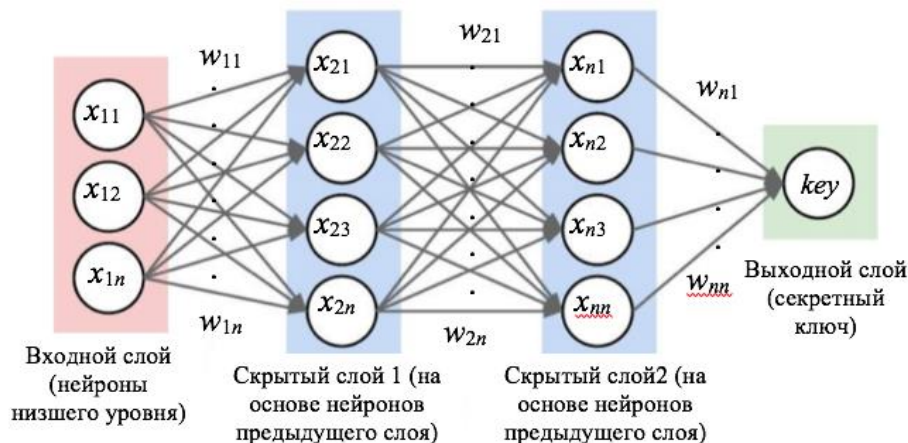


Рисунок 1. «Глубокая» нейронная сеть

«Глубокая» НС – это НС с несколькими слоями между входным и выходным слоями.

Исходный объект представляется в виде иерархической структуры признаков.

Обучение такой сети происходит послойно, рассчитывается вероятность каждого выхода, и каждый следующий слой использует на своем входе выходы нейронов предыдущего слоя (каждый следующий слой строится на основе предыдущего слоя).

Одним из важнейших достоинств данного подхода является то, что каждый слой нейронной сети обучается отдельно стандартными алгоритмами. Это выявляет существенные признаки на данном уровне.

После обучения всех слоев, они объединяются в одну сеть и происходит дообучение НС. Благодаря этому повышается эффективность обучения сети, так как в каждый момент времени происходит обучение одного слоя, а не целой нейронной сети, вследствие чего уменьшается значение ошибки по мере углубления в НС и увеличивается скорость обучения.

НС должны обогащать исходные данные. Обогащать – значит улучшать качество исходных биометрических признаков. Данный подход при обучении использует неразмеченные данные, что также является достоинством этого подхода, а размеченные данные используются только для дообучения НС для решения конкретной задачи. То есть при данном подходе нейронная сеть обучается единожды, основываясь на большом количестве неразмеченных данных, а затем с помощью уже размеченных данных использовать полученную структуру, дообучая НС, выигрывая во времени по сравнению со случаем полного обучения сети каждый раз (рисунок 2).

Одна из важных особенностей ИНС – однонаправленность их преобразований, которая заключается в том, что, зная структуру и параметры НС, можно легко вычислить выходное число, но невозможно восстановить входной биометрический параметр.

Эта особенность используется при синтезе личного криптографического ключа пользователя по его биометрическому параметру [9, 10].

Значения нейронов определяется, как сумма произведений входных значений на соответствующие весовые коэффициенты и вычисляются по формуле:

$$x_i = \sum_{j=1}^N x_{ij} w_{ij},$$

где  $x_{ij}$  – значение нейрона,  
 $w_{ij}$  – весовой коэффициент.

Для того, чтобы исключить линейность нейронной сети и исключить возможность «легкого прохода» по структуре нейронной сети, дабы запутать потенциального злоумышленника используют различные функции активации.

Одной из самых распространенных функций активации является функция *ReLU*, суть которой заключается в том, что при появлении отрицательных весовых коэффициентов в структуре НС, данная функция преобразует это значение на 0 (рисунок 3).

Всю НС можно связать по формуле:

$$l_n = ReLu(l_{n-2} W_{n-2}) W_{n-1},$$

где  $l_n$  – вектор слоя  $n$ ,  
 $W_n$  – весовая матрица слоя  $n$ .



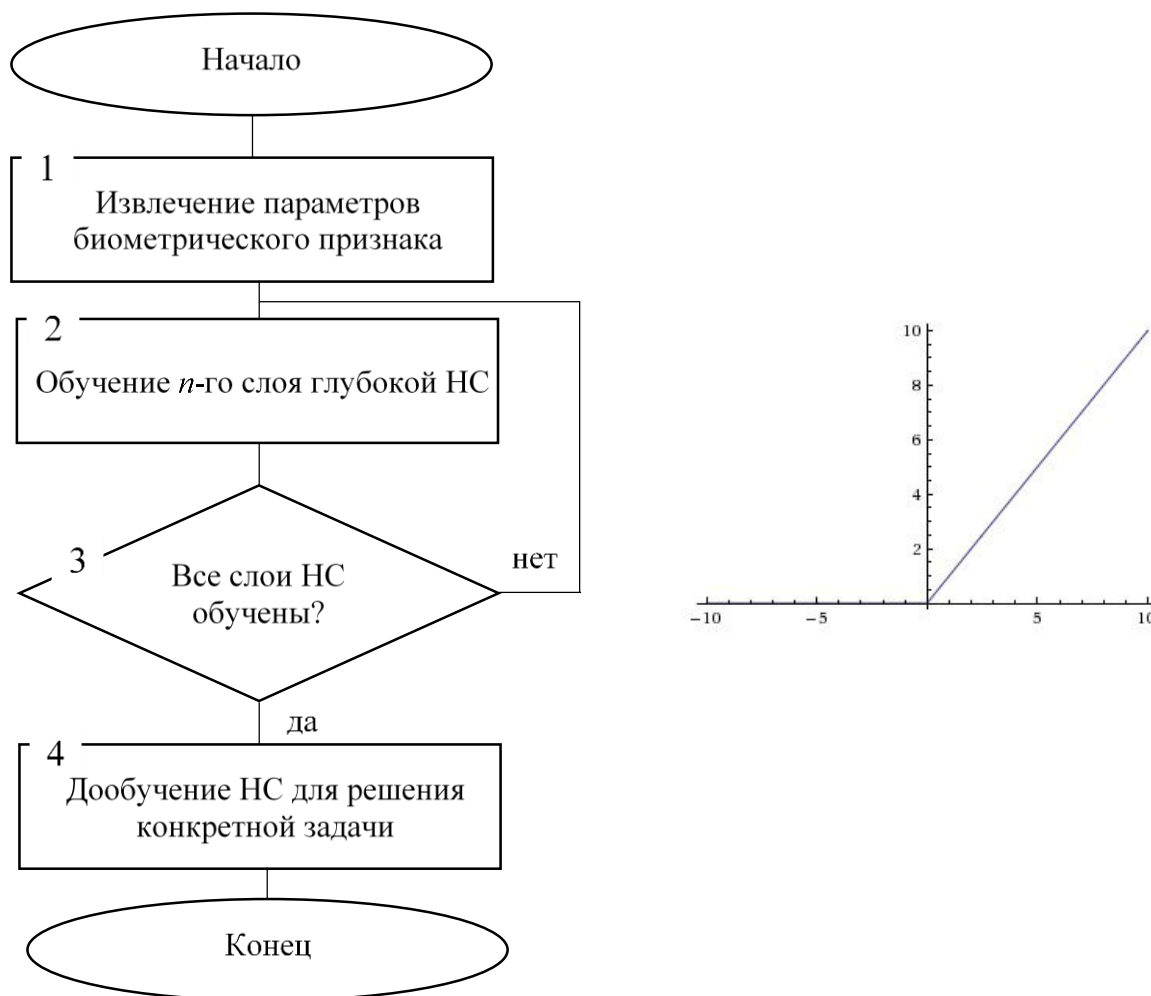


Рисунок 2. Процесс обучения «глубоких нейронных сетей» при биометрической аутентификации (слева) и график функции  $ReLU$  (справа)

Исходя из графика видно, что  $ReLU$  возвращает значение  $x$ , если  $x > 0$ , и 0 в любом другом случае.

«Глубокие» НС нашли широкое распространение в биометрии в распознавании лиц, но на этом применение данного подхода не ограничивается. Можно применять этот подход для распознавания речи, почерка, а также для обработки показаний с различных сенсоров, например, отпечаток пальца и т.д.

В качестве примера использована биометрическая аутентификация на основе геометрии лица.

Процесс обучения «глубокой» НС представлен следующим образом – самым нижним слоем НС будут пиксели изображения, на следующем слое пиксели будут формироваться в отрезки, затем следующим слоем будут геометрические фигуры, складываемые из этих отрезков, после чего уже будут появляться знакомые для человека объекты, выстраиваться модель лица.

Аналогично, для остальных типов биометрической аутентификации (рисунок 3).

При использовании данного метода исходные данные обогащаются, что также является преимуществом.



Рисунок 3. Процесс распознавания биометрических параметров

*Результаты* – предложен метод «нейронных сетей» для преобразования биометрических признаков в цифровой код при аутентификации, который имеет преимущество по сравнению с методом «нечетких экстракторов». Степень достижения цели заключается в том, что применение предлагаемого метода преобразования биометрических параметров в цифровой код повышает результативность аутентификации (уменьшаются значения ошибок 1 рода и ошибок 2 рода) за счет использования «глубоких» нейронных сетей, так как процесс обучения НС происходит эффективнее, так как сеть следует обучить единожды и затем дообучать для конкретных задач, что снижает временные затраты.

*Практическая значимость* – реализация метода позволит решить проблемы, возникающие при использовании традиционных методов аутентификации для защиты

от НСД, так как биометрические признаки наиболее предпочтительные и защищены в настоящее время, а так же значительно снизит временные затраты при обучении НС.

*Новизна* метода биометрической аутентификации пользователей ИС на основе «глубоких» НС определяется тем, что обучение сети происходит послойно, признак за признаком, что значительно повышает качество аутентификации, уменьшив вероятности ошибок 1 рода и ошибок 2 рода.

### **Выводы**

В статье рассмотрен процесс распознавания биометрических признаков и процесс обучения «глубокой» НС при биометрической аутентификации.

В связи с интересом злоумышленников к конфиденциальной информации необходимо повышать защищенность средств аутентификации. Предложен метод биометрической аутентификации пользователей информационных систем на основе «глубоких» нейронных сетей. Использованы два параметра, определяющие надежность биометрической аутентификации – вероятность ошибки 1 рода и вероятность ошибки 2 рода. Определено, что необходимо стремиться, чтобы данные показатели в системе были как можно меньше – это снизит вероятность НСД. Метод «нейронных сетей» дает меньшие значения этих ошибок, чем метод «нечетких экстракторов».

### **Литература**

1. Цыбулин А.М. Подход к построению автоматизированной системы управления информационной безопасностью предприятия // Вестник Волги. Технические инновации. – 2011. – №5. – С. 86-89.
2. Багров Е.В. Мониторинг и аудит информационной безопасности на предприятии // Вестник Волги. Технические инновации. – 2011. – №5. – С. 54-56.
3. Бардаев С.Э. Многофакторная биометрическая пороговая криптосистема. Известия ЮФУ. Технические науки. №11, 2010. – С. 148-155.
4. Чуйков А.В., Вульфин А.М., Васильев В.И. Нейросетевая система преобразования биометрических признаков пользователя в криптографический ключ. Доклады ТУСУР. Том 21. №3, 2018. – С. 35-41.
5. Биометрическая аутентификация пользователя [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://clck.ru/PzEcJ>
6. Экспериментальная оценка надежности верификации подписи сетями квадратичных форм, нечеткими экстракторами и персептронами. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://clck.ru/PzEf5>
7. ГОСТ Р 52633.5-2011. «Защита информации. Техника защиты информации. Автоматическое обучение нейросетевых преобразователей биометрия-код доступа».
8. Перспектива создания нейросетевых идентификаторов уровня слабых корреляционных связей с большим числом сетей и выходных состояний. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://clck.ru/QK6cc>
9. Липатников В.А. Алгоритм асимметричного шифрования на основе решения задачи целочисленного программирования при взаимодействии информационных сетей. / Кашенко М.А., Лобашев А.И. // Информационные системы и технологии. 2019. №1(111). С. 113-123.
10. Костарев С.В., Карганов В.В., Липатников В.А. Технологии защиты информации в условиях кибернетического противоборства: Науч. монография / Под общ. ред. В.А. Липатникова. – СПб.: ВАС, 2020. – 716 с.: ил. ISBN 978-5-91690-044-6

## СИСТЕМНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКАЯ КИБЕРНЕТИКА

UDC 004.8

### ОТСЛЕЖИВАНИЕ ДВИЖЕНИЙ ЧЕЛОВЕКА С ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ OPEN POSE

### EVALUATION HUMAN MOTION TRACKING USING AN OPEN POSE ARTIFICIAL NEURAL NETWORK

Фаттахова Л.Ф.,

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

L.F. Fattakhova,

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

e-mail: lesjoker@yandex.ru

**Аннотация.** С повышением спроса на 3D-мультипликацию неизбежно появилась потребность упростить и удешевить процесс реализации предоставляемой услуги. Использование возможностей нейронных сетей в современной киноиндустрии и рекламных роликах сделало мультипликацию более реалистичной и объясняемой с точки зрения законов физики. Захват движений актера на видео с помощью программ позволяет реализовывать сложные взаимодействия предметов, передавать мимику 3D-персонажам, использовать труднодоступные ракурсы или совмещать движение камеры с нарисованными эффектами. В данной статье рассматривается принцип работы предобученной нейронной сети OpenPose, которая определяет движения по ключевым точкам на изображении. Алгоритм оценки поз человека был реализован с применением открытой программной библиотеки машинного обучения Tensorflow. В качестве основы для обработки были взяты два видеоизображения с разным качеством. Итогом работы комплекса программ становится конечное изображение, на котором видны разноцветные ключевые точки (всего их количество может достигать до 135 штук) и линии, соединяющие их. Был проведен анализ полученных данных, откуда выяснилось, что исходный видеоматериал, с более низким качеством, обработан примерно в 4 раза быстрее.

**Abstract.** With the increasing demand for 3D animation, inevitably there was a need to simplify and reduce the cost of the process of implementing the service provided. Using the capabilities of neural networks in the modern film industry and commercials has made the animation more realistic and explainable in terms of the laws of physics. Capturing the actor's movements on video using programs allows you to implement complex interactions of objects, transmit facial expressions to 3D characters, use hard-to-reach angles, or combine camera movement with drawn effects. This article discusses the principle of operation of the pre-trained neural network OpenPose, which determines the movement of key points in the image. The human posture assessment algorithm was implemented using the Tensorflow open source machine learning software library. Two video images with different quality were taken as a

basis for processing. The result of the work of the program complex is the final image, on which multi-colored key points are visible (their total number can reach up to 135 pieces) and the lines connecting them. An analysis of the data was carried out, from which it turned out that the original video material, with a lower quality, was processed about 4 times faster.

**Ключевые слова:** нейронная сеть, движения человека, ключевые точки, программное обеспечение, обработка изображения.

**Keywords:** Neural network, human movements, key points, software, image processing.

Нейронная сеть – это математическая модель, которая построена по принципу организации и функционирования как сеть нервных клеток живого организма. Реализация модели с помощью программ позволяет эффективно решать управленческие задачи, распознавать образы, прогнозировать возможные варианты развития событий.

Распознавание образов на изображениях – перспективное направление с точки зрения современной мультипликации, кинопроизводства, различных видеоигр. Также методы идентификации живых существ и предметов существенно развивают возможности для военного дела и обеспечения безопасности стратегически важных объектов. Автоматическое отслеживание присутствия человека позволило запустить продажу товаров в магазинах без касс.

Нейронная сеть OpenPose определяет части тела человека и их расположение в пространстве по видеоизображению. Туловище, руки, ноги и другие части определяются через двумерные координаты, таким образом можно легко отслеживать, когда на картинке происходят изменения. Все тело можно представить как граф из определенного количества вершин. Нейронная сеть может распознавать сразу несколько человек.

Для работы с данной нейронной сетью необходимо обозначить необходимые программные обеспечения:

1) Python версий 3.7.2 и выше;

2) Pip – система управления пакетами Python (можно так же использовать аналогичную функцию «Anaconda»);

3) Cuda 10;

4) инструменты сборки C++;

5) любой удобный редактор кода, поддерживающий язык Python.

Для работы нейросети также использованы библиотеки и модули:

1) Numpy 1.18.1 – обработка многомерных массивов;

2) Scipy 1.4.1 – средства для обработки числовых последовательностей: интеграции, экстраполяции, оптимизации и др.;

3) Pillow 7.0.0 – библиотека для обработки изображений, либо создания изображений с нуля;

4) Matplotlib 3.1.3 – кроссплатформенная библиотека для создания 2D графиков из данных в массивах;

5) Scikit-Image 0.16.12 – библиотека обработки изображений;

6) Opencv-Python 4.2.0.32 – библиотека для компьютерного зрения (computer vision library);

7) Tqdm – модуль Python, который выводит на консоль динамически обновляемый индикатор выполнения;

8) Argparse – модуль для обработки аргументов командной строки.

Установка всех компонентов позволит запускать демоверсию нейросети и распознавать предметы на выбранном видеофрагменте. Результаты будут продемонстрированы на экране.

Первым исходным файлом было выбрано видео с небольшим разрешением (рисунок 1) (скачано из историй в социальной сети Instagram, которая снижает качество во время публикации).

Метки показывают, что на рисунке 2 человека, у которых видны глаза, носы и шеи. Благодаря потере в качестве, кадровая частота была равна 0,97477 кадрам в секунду.



Рисунок 1. Обработанное изображение из первого видео

Следующим исходным файлом было видео, которое было аналогично снято на камеру телефона, но не претерпело никаких изменений. Были найдены координаты

четырёх человек из шести. Ошибки могут возникнуть по причине того, что два объекта были видны лишь частично. В данном случае FPS = 0,22886 кадрам в секунду, что в 4 раза ниже в сравнении с результатом первого изображения.

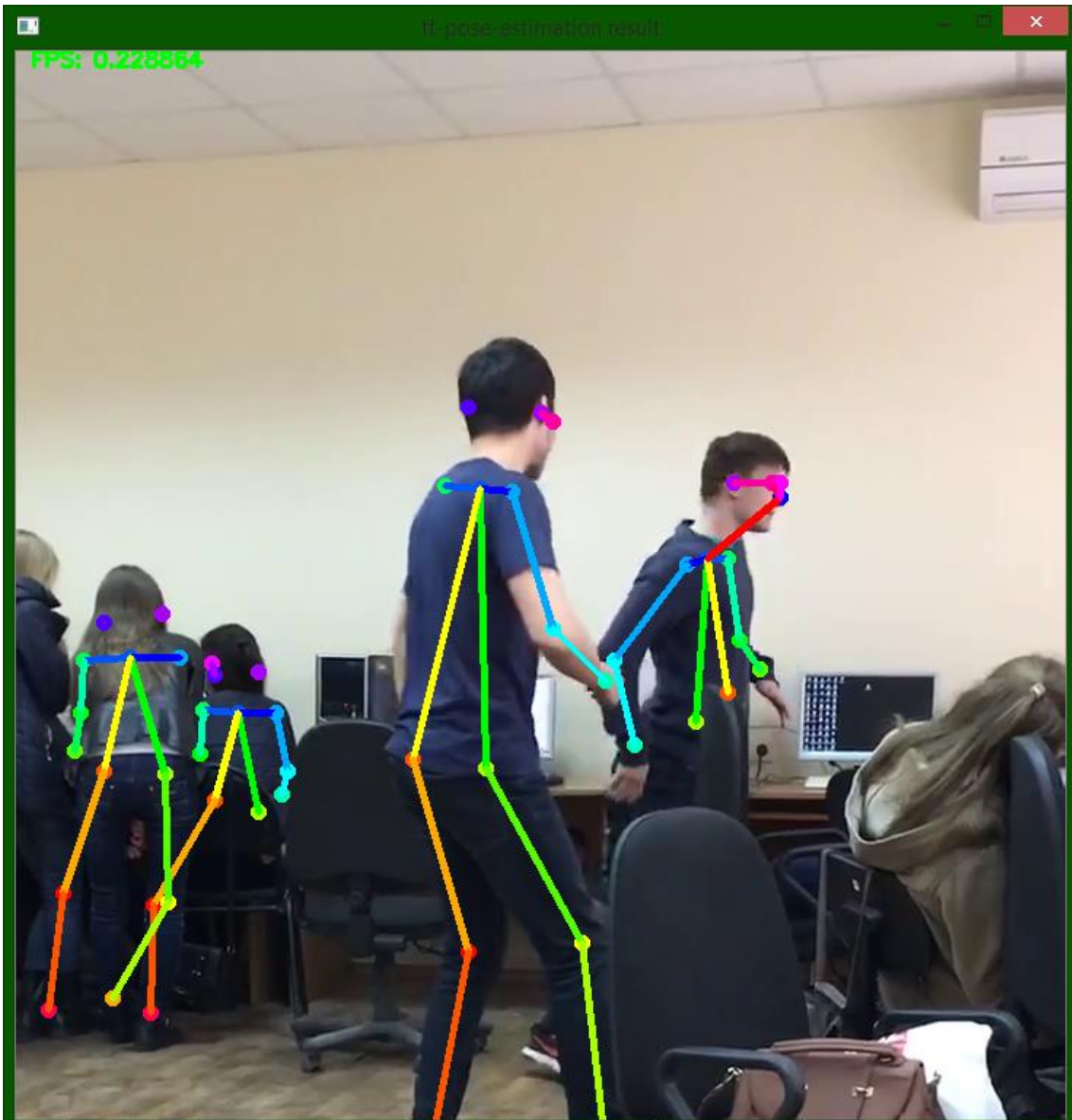


Рисунок 2. Обработанное изображение из второго видео

### Выводы

Нейронная сеть OpenPose – один из вариантов решения задач по визуализации образов. В данной работе были использованы два разных видео, на которых есть движущиеся живые объекты. Сравнив полученные изображения, можно сделать вывод, что на качество выходных данных существенно повлияли неполная информация о некоторых людях: не видно все частей тела. Совершенствуя набор библиотек и программный код, можно добиться более точного результата.

### Литература

1. Ю.С. Осипов. Нейронная сеть // Большая российская энциклопедия: гл. ред. – М.: Большая российская энциклопедия, 2004-2017. С. 357.

2. Плагин нейронки OpenPose для определения позы человека по видео под Unity [Электронный ресурс]. <https://clck.ru/PzJ8p>
3. Детектирование частей тела с помощью глубоких нейронных сетей [Электронный ресурс]. <https://clck.ru/PzJA8>
4. Кадровая частота [Электронный ресурс]. <https://clck.ru/AXANB>