

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова»  
(ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г. В. Плеханова»)

Российская ассоциация искусственного интеллекта  
Высшая школа кибертехнологий, математики и статистики  
Учебно-методический совет по направлению подготовки  
«Прикладная информатика» федерального УМО по УГСИН высшего  
образования 09.00.00 «Информатика и вычислительная техника»

# **Инжиниринг предприятий и управление знаниями (ИП&УЗ-2023)**

Сборник научных трудов  
XXVI Российской научной конференции

29–30 ноября 2023 г.

В двух томах

Том 1

*Под научной редакцией доктора экономических наук,  
профессора Ю. Ф. Тельнова*

Москва  
ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г. В. Плеханова»  
2023

УДК 004+65.01+658  
ББК 65.290-2  
И73

*Редакционная коллегия:* Ю. Ф. Тельнов, Е. З. Зиндер, Г. Н. Калянов,  
П. М. Пашков, Б. А. Позин, И. Г. Федоров

Материалы печатаются в авторской редакции

**Инжиниринг предприятий и управление знаниями**  
И73 **(ИП&УЗ-2023):** сборник научных трудов XXVI Российской научной конференции. 29–30 ноября 2023 г. / под науч. ред. Ю. Ф. Тельнова. – Москва : ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г. В. Плеханова», 2023.

ISBN 978-5-7307-2129-6

Т. 1. – 392 с.

ISBN 978-5-7307-2130-2

Цель научной конференции – анализ и развитие перспективных подходов, методов и средств повышения эффективности цифровой трансформации предприятий на основе современных интеллектуальных технологий, цифровых платформ, BPM-средств управления бизнес-процессами, сервисно ориентированных архитектур и управления знаниями.

Секции конференции:

- Когнитивные и интеллектуальные технологии поддержки принятия решений и управления знаниями.
- Цифровая трансформация архитектуры предприятий.
- Молодежная секция по тематике конференции.

Конференция организована Российским экономическим университетом имени Г. В. Плеханова, Российской ассоциацией искусственного интеллекта, Учебно-методическим советом по направлению подготовки «Прикладная информатика» федерального УМО по УГСНП высшего образования 09.00.00 «Информатика и вычислительная техника», Национальной ассоциацией архитекторов предприятия.

УДК 004+65.01+658  
ББК 65.290-2

ISBN 978-5-7307-2130-2 (т. 1)  
ISBN 978-5-7307-2129-6

© ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г. В. Плеханова», 2023

## Содержание

*Аверкин А. Н., Лукьянов А.Н., Ярушев С.А.*

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА В-COS В ОБЪЯСНИТЕЛЬНОМ ИСКУССТВЕННОМ ИНТЕЛЛЕКТЕ. .... 8**

*Алчинова Р.В.*

**АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И УЧЕТА ВЫПОЛНЕНИЯ НАГРУЗКИ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ..... 14**

*Альберт Е. С.*

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПЛАНИРОВАНИЯ ИТ РАЗРАБОТОК В ИНТЕРЕСАХ ФИНАНСОВОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ..... 17**

*Аншина М.Л.*

**ФОРМИРОВАНИЕ ЦЕЛЕВОЙ АРХИТЕКТУРНОЙ МОДЕЛИ ОРГАНИЗАЦИИ НА ОСНОВАНИИ СЕРВИСНОЙ АРХИТЕКТУРЫ, УПРАВЛЯЕМОЙ СОГЛАШЕНИЯМИ . 22**

*Арсеньев Д.Г., Гомжина Е.А., Мисник А.Е., Шалухова М.А.*

**ОНТОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПЛАНА РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ СУСТАВОВ..... 29**

*Баранов В.В., Баранов М.В., Чжао К.*

**ФОРМИРОВАНИЕ ЦИФРОВОЙ СРЕДЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА ИННОВАЦИОННОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯ..... 36**

*Богачева Д.Н., Гребенюк Г.Г., Калянов Г.Н., Ковалёв С.П., Лукинова О.В., Роцин А.А., Середа Л.А.*

**ВЛИЯНИЕ ОШИБОК БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ИНЖЕНЕРНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ..... 40**

*Болотов С.В., Захарченков К.В., Толпыго Н.А., Потехин В.В., Селиванова Е.Н.*

**ЦИФРОВИЗАЦИЯ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ..... 47**

*Борисовская А. А.*

**ВОЗМОЖНОСТИ ОБНАРУЖЕНИЯ И ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ НАГРУЗОЧНЫХ СЕТЕВЫХ АТАК МЕТОДОМ МОНИТОРИНГА СЕТЕВОГО ИНТЕРФЕЙСА ..... 51**

*Борисовская О. В.*

**ВОССТАНОВЛЕНИЙ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПУТЕМ ПОСТРОЕНИЯ ФУНКЦИИ ИМПУЛЬСНОГО ОТКЛИКА В СИСТЕМАХ ВОЗДУШНОЙ И НАЗЕМНОЙ РАЗВЕДКИ, РОБОТОТЕХНИКЕ ..... 59**

*Брызгалов А.А.*

**РАЗРАБОТКА МЕТОДА АДАПТАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ И БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ К ДИНАМИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ НАКОПЛЕНИЯ И АНАЛИЗА МАССИВОВ ДАННЫХ..... 65**

*Бугаенко В. А.*

**ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ И АНАЛИЗА ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ ..... 72**

<i>Буйная Е. В., Крайнева Е. В.</i>	
<b>ПОСТРОЕНИЕ АРХИТЕКТУРЫ ПРЕДПРИЯТИЯ ООО «БИЗНЕС-СОФТ ТЕХНОЛОГИИ» НА ПЛАТФОРМЕ WONDERSHARE EDRAWMAX.....</b>	<b>77</b>
<i>Булдакова Т.И.</i>	
<b>ФОРМИРОВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ ПРИ РАСПОЗНАВАНИИ ОБРАЗОВ В СИСТЕМАХ МОНИТОРИНГА.....</b>	<b>82</b>
<i>Ерженин Р. В.</i>	
<b>ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЕРС-ДИАГРАММ В МОДЕЛИРОВАНИИ БЮДЖЕТНОГО ПРОЦЕССА.....</b>	<b>87</b>
<i>Ермашкевич Н.С., Пашков П. М.</i>	
<b>КОНЦЕПЦИЯ АРХИТЕКТУРЫ ЭКОСИСТЕМЫ ПРОЕКТНОГО ОБУЧЕНИЯ В УНИВЕРСИТЕТЕ.....</b>	<b>98</b>
<i>Зиндер Е. З.</i>	
<b>МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЛОБАЛЬНЫХ КРУПНОМАСШТАБНЫХ СЕТЕВЫХ СИСТЕМ С ОПОРОЙ НА ПРИНЦИПЫ МОДЕЛИ НООСФЕРЫ ВЕРНАДСКОГО .....</b>	<b>109</b>
<i>Исаев Д.В.</i>	
<b>КРИТЕРИИ И ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНКИ ПРОГРАММ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ.....</b>	<b>119</b>
<i>Казаков В.А.</i>	
<b>ОБЕСПЕЧЕНИЕ СЕМАНТИЧЕСКОЙ ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТИ АГЕНТОВ, ПРЕДСТАВЛЯЮЩИХ УЧАСТНИКОВ СЕТЕВОГО ПРЕДПРИЯТИЯ, НА ОСНОВЕ ИНТЕГРАЦИИ ОНТОЛОГИЙ.....</b>	<b>123</b>
<i>Калянов Г.Н.</i>	
<b>МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ ОБЩЕЙ ТЕОРИИ ПРОЦЕССОВ</b>	<b>129</b>
<i>Картвелишвили Т.А.</i>	
<b>АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ВНЕДРЕНИЯ НОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ НА ФИНАНСОВУЮ И СОЦИАЛЬНУЮ УСПЕШНОСТЬ ВЫПУСКНИКОВ КАФЕДРЫ ГАЗОВОЙ И ВОЛНОВОЙ ДИНАМИКИ МЕХАНИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ ИМ.М.В.ЛОМОНОСОВА... </b>	<b>133</b>
<i>Киров А.Д.</i>	
<b>ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ТАРГЕТНОГО МОНИТОРИНГА ИНЦИДЕНТОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ МОДЕЛИ НУЛЕВОГО ДОВЕРИЯ В ЛОКАЛЬНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ.....</b>	<b>137</b>
<i>Клячин М. С.</i>	
<b>ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИТ-ИНСТРУМЕНТАРИЯ УПРАВЛЕНИЯ МАССОВЫМИ МЕРОПРИЯТИЯМИ.....</b>	<b>146</b>
<i>Колесник Г.В.</i>	
<b>МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ВИРТУАЛЬНЫХ ОБЪЕДИНЕНИЙ ПРЕДПРИЯТИЙ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА В РАМКАХ СИСТЕМЫ ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОТРУДНИЧЕСТВА .....</b>	<b>150</b>

<i>Козырев П.А.</i>	
<b>МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ И БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ СЕТЕВОГО ПРЕДПРИЯТИЯ.....</b>	<b>156</b>
<i>Комолов А.В.</i>	
<b>МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ ПО ЗДОРОВЬЮ .....</b>	<b>163</b>
<i>Королева Д.С., Денисов А.А.</i>	
<b>РАЗРАБОТКА МЕТОДА СБОРА, АНАЛИЗА И МОНИТОРИНГА ИНФОРМАЦИИ С ЦЕЛЬЮ ВЫБОРА БЛАГОНАДЕЖНЫХ УЧАСТНИКОВ СЕТЕВОГО ПРЕДПРИЯТИЯ В РАМКАХ КОНТУРА КОНКУРЕНТНОЙ РАЗВЕДКИ.....</b>	<b>166</b>
<i>Креопалов В. В.</i>	
<b>OSINT В ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.....</b>	<b>177</b>
<i>Кузлякин А. П.</i>	
<b>СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ AUTOML-РЕШЕНИЙ.....</b>	<b>183</b>
<i>Кузнецова А. В., Гаврилова Т. А.</i>	
<b>К ВОПРОСУ О КЛАССИФИКАЦИИ ВИЗУАЛЬНЫХ МЕТАФОР ПРИ КАРТИРОВАНИИ ЗНАНИЙ .....</b>	<b>196</b>
<i>Куренков А. Л.</i>	
<b>ПРЕДПОСЫЛКИ К СОЗДАНИЮ И ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ МЕТОДОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИЕЙ КОММЕРЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ В УСЛОВИЯХ ПЕРМАНЕНТНО ИЗМЕНЯЮЩЕЙСЯ БИЗНЕС- СРЕДЫ .....</b>	<b>204</b>
<i>Лямин Ю.А., Романова Е.В.</i>	
<b>ДОСТОВЕРНОСТЬ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ РАЗНЫХ ТИПОВ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ .....</b>	<b>212</b>
<i>Марков Е.П.</i>	
<b>МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТОВ.....</b>	<b>217</b>
<i>Маторин С.И. Жихарев А.Г. Дмитриева Ю.В.</i>	
<b>СИСТЕМНО-ОБЪЕКТНОЕ ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ.....</b>	<b>225</b>
<i>Махов И.С., Чумакова Е.В., Корнеев Д.Г., Гаспарян М.С.</i>	
<b>ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ НА ОСНОВЕ РАДИАЛЬНО-БАЗИСНЫХ ФУНКЦИЙ В ЗАДАЧАХ КОНТРОЛЯ ОПЕРАЦИОННЫХ РИСКОВ КРЕДИТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ.....</b>	<b>231</b>
<i>Мионов А.Н., Потапова К.А.</i>	
<b>ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ ИТ-ИНФРАСТРУКТУРЫ ПРЕДПРИЯТИЯ И ЕЁ СИНХРОНИЗАЦИЯ С БИЗНЕС-ПРОЦЕССАМИ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАСХОДОВ.....</b>	<b>238</b>
<i>Мисник А.Е., Потехин В.В., Крутолевич С.К., Прокопенко С.А.</i>	
<b>СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ ПРОСТРАНСТВОМ УНИВЕРСИТЕТА НА ОСНОВЕ ОНТОЛОГИЧЕСКОГО ПОДХОДА.....</b>	<b>242</b>

*Михеев А. Г.*

**ПРОЦЕССНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ДОКУМЕНТАМИ В СИСТЕМЕ  
УПРАВЛЕНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССАМИ С ОТКРЫТЫМ КОДОМ ..... 249**

*Орешина М.Н.*

**ЦИФРОВЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ  
..... 252**

*Палюх Б. В., Чесалов А. Ю.*

**МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ  
ПРЕДПРИЯТИЙ ОТРАСЛИ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ОБОРУДОВАНИЯ  
НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ..... 256**

*Пашков П.М., Исаев Д.В.*

**ПОДХОД К ОБЕСПЕЧЕНИЮ ДОВЕРИЯ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ НА  
БАЗЕ 1С-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПЕРЕХОДЕ К ПРОТОКОЛАМ WEB3 ..... 260**

*Пикулин В.В.*

**СИСТЕМА АНАЛИЗА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЛЕКСОВ  
ФОТОВИДЕОФИКСАЦИИ..... 267**

*Позин Б.А.*

**ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ И РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИХ  
СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ ..... 271**

*Попов А.А.*

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УСТРОЙСТВ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ ДЛЯ «УМНОГО»  
УПРАВЛЕНИЯ СБОРОМ И ТРАНСПОРТИРОВКОЙ ОТХОДОВ ..... 275**

*Пятковский О.И.*

**КОМПОНЕНТЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В  
АНАЛИТИЧЕСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ ПРЕДПРИЯТИЙ ..... 284**

*Рачковская Е.Ф., Романова Е.В.*

**МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ  
СТРУКТУРНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ИТ-КОМПАНИИ ПО УЧАСТИЮ В  
ПРАКТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ СТУДЕНТОВ ..... 291**

*Ростова О.В., Сухарева П.С.*

**ОПТИМИЗАЦИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ПОСТАВЩИКАМИ В  
ОРГАНИЗАЦИЯХ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ..... 296**

*Рыбина Г. В., Душкин Р. В., Степаньков В. Ю., Григорьев А.А.*

**ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ: НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ В  
ДИНАМИЧЕСКИХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ..... 303**

*Сапиев А.З.*

**ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ НА ОСНОВЕ ПОВЕДЕНИЯ НА МОБИЛЬНЫХ  
УСТРОЙСТВАХ..... 310**

*Саркисова И.О., Лаверычев М.А.*

**ВОПРОСЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РОЛЕЙ В МОДЕЛИ ЦИФРОВОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ  
ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ..... 315**

<i>Свиридова Е.С.</i>	
<b>ВОЗМОЖНОСТИ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ ОБЛАЧНОГО СЕРВИСА В СОСТАВЕ СИСТЕМЫ ХРАНЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ.....</b>	<b>319</b>
<i>Сериков В.В.</i>	
<b>ЦИФРОВИЗАЦИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ ИНТЕНСИФИКАЦИИ МОДЕРНИЗАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ ПРОМЫШЛЕННОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ .....</b>	<b>327</b>
<i>Сизов В.А.</i>	
<b>ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ТАРГЕТНОГО МОНИТОРИНГА ИНЦИДЕНТОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ УСТАНОВЛЕНИЯ ДОВЕРИЯ МЕЖДУ СУБЪЕКТАМИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В КИБЕРПРОСТРАНСТВЕ ..</b>	<b>331</b>
<i>Скрипкин К.Г.</i>	
<b>MOBILIS IN MOBILE: УСТОЙЧИВОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЯ, ДИНАМИЧЕСКИЕ СПОСОБНОСТИ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ ДИЗАЙН .....</b>	<b>333</b>
<i>Суздальский Д.А.</i>	
<b>ОЦЕНКА КИБЕРУСТОЙЧИВОСТИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ СУБЪЕКТА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....</b>	<b>340</b>
<i>Суятинов С.И.</i>	
<b>ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ АТТРАКТОРНЫХ ПОЛЕЙ ПРИ РАСПОЗНАВАНИИ СИТУАЦИЙ.....</b>	<b>347</b>
<i>Таренко Л.Б. Федорова О.В.</i>	
<b>КЛЮЧЕВЫЕ АСПЕКТЫ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ.....</b>	<b>352</b>
<i>Федяев О.И., Балабан А.Д.</i>	
<b>ОЦЕНКА СООТВЕТСТВИЯ НАВЫКОВ КАНДИДАТОВ ТРЕБОВАНИЯМ РАБОТОДАТЕЛЯ ПУТЁМ СМЫСЛОВОГО АНАЛИЗА ТЕКСТОВ РЕЗЮМЕ МЕТОДАМИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ.....</b>	<b>356</b>
<i>Тенорио Хосе Леонардо Лопес</i>	
<b>НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ВЛИЯНИЯ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ СТРАН ЛАТИНСКОЙ АМЕРИКИ И КАРИБСКОГО БАССЕЙНА.....</b>	<b>366</b>
<i>Аннотации.....</i>	<b>372</b>

*Аверкин А. Н., Лукьянов А.Н., Ярушев С.А.*

*1. К.ф.-м.н., доцент, ведущий научный сотрудник,*

*2. Лаборант-исследователь,*

*3. К.т.н. доцент, директор научного центра,*

*“Центр перспективных исследований в искусственном интеллекте”,*

*РЭУ имени Г. В. Плеханова, Москва*

## **ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА B-COS В ОБЪЯСНИТЕЛЬНОМ ИСКУССТВЕННОМ ИНТЕЛЛЕКТЕ. 1**

В работе рассматривается возможность применения b-cos сетей к задачам классификации изображений и объяснения результатов. Для работы в условиях ограниченных ресурсов и данных используются уникальные для трансформеров методы регуляризации, позволяющие избежать переобучения при этом уменьшая использование видеопамати. Совмещено множество модификаций механизма внимания, значительно ускоряющих и улучшающих возможность нейронной сети к обучению.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** трансформер, сверточная нейронная сеть, b-cos, объяснительный искусственный интеллект, регуляризация, стабильность обучения, обучение на небольших выборках.

**Введение.** В связи с ускоренным внедрением искусственных нейронных сетей в сферы здравоохранения, правопорядка и муниципального управления в последнее десятилетие особенно остро встал вопрос объяснения их работы. Системы распознавания лиц, построенные на методах глубокого обучения, стали достаточно способными, чтобы вызвать дискуссии об этичности и безопасности их применения. Врачи советуются с нейронными сетями при принятии решений, а те в свою очередь позволяют находить опасные заболевания до появления первых симптомов.

За последние два десятилетия фундаментальными продвижениями в сфере глубокого обучения были: 1) повсеместное использование сверточных нейронных сетей; 2) открытие архитектуры трансформера и механизма внимания [1]. Архитектура CNN (convolutional neural network) зарекомендовала себя во многих сферах, за счет заложенности в нее априорных знаний о локальности информации в изображениях (inductive bias). Благодаря этой особенности, объемы данных, требуемые для обучения таких сетей остаются в пределах разумного. В противоположность этому, трансформер не имеет таких предположений о природе данных. Его вариант для обработки изображений перенимает эту особенность [2]. В связи с этим, считается, что для обучения ViT (vision transformer) требуются очень большие объемы данных. Более того, обучение базовой модели трансформера нестабильно, вызывая потребность в warmup и осторожной калибровке скорости обучения.

Методы XAI (explainable artificial intelligence) в последние несколько лет вышли на новый уровень. Лучшим примером являются градиентные методы объяснения. Ведущим семейством методов является CAM (class activation maps). Оригинальный CAM использует веса интересующего класса по отношению к нейронам активации после GAP (global average pooling) для получения важности каждой финальной карты активации CNN, после чего вычисляет взвешенное среднее, что накладывает ограничения на архитектуру сети. Grad-CAM [4] решает



ограниченность архитектуры путем вычисления весов карт активации с помощью вычисления их градиентов по отношению к интересующему классу. Однако исследования показывают, что данный метод описывает работу сети недостоверно [5].

**1. В-cos нейронные сети для получения достоверных и интерпретируемых объяснений.** Предложенный в 2022 году метод b-cos позволяет формировать подробные объяснения для предсказаний нейросетевых моделей [6]. Данная работа нацелена на: 1) обучение сети таким преобразованиям, что их объяснения были бы интерпретируемые для человека; 2) механизм получения объяснений, который бы достоверно описывал работу сети. Столпом всей работы является преобразование b-cos, которое меняет оптимизационный оптимум нейросети и приводит к сильной разреженности ее нейронов.

Уравнение обычного линейного преобразования искусственного нейрона, действующего на входной вектор  $x$  записывается так:

$$z = w^T x = \|w\| \|x\| \cos(\angle(x, w))$$

В-cos линейное преобразование:

$$\hat{w} = \frac{w}{\|w\|}$$

$$c(x, \hat{w}) = \cos(\angle(x, \hat{w}))$$

$$z = \|\hat{w}\| \|x\| |c(x, \hat{w})|^B \operatorname{sgn}(c(x, \hat{w}))$$

Где  $B$  - гиперпараметр.

Если  $B$  - четное, то формула упрощается до:

$$z = \hat{w}^T x \cdot |c(x, \hat{w})|^{B-1}$$

Данное преобразование обобщается и на сверточные нейроны.

В связи с умножением на косинус угла между входом и весами норма результата будет всегда меньше или равна входу, что приводит ко все более разреженным результатам по мере увеличения гиперпараметра  $B$ . Для гарантии интерпретируемости получения достоверных объяснений в сетях не используются смещения (bias), так как 1) при обратном распространении они бы не учитывались в получаемом объяснении; 2) их присутствие позволяло бы незначительным нейронам действовать на сеть.

Далее рассматривается только случай работы с изображениями, так как важной особенностью метода b-cos является возможность получить цветное объяснение. Данное объяснение отличается от простого наложения тепловой карты на исходное изображение тем, что оно несет в себе информацию о роли цвета каждого пикселя в решении. Для однозначного кодирования цветовой информации мы добавляем дополнительные каналы вида: 1 -  $x$  для каждого цветового канала.

Сеть воспринимается как череда динамически линейных преобразований. Косинус угла между векторами возвращает числа в диапазоне  $[0, 1]$ , благодаря чему умножение на него можно представить как матрицу со значениями между 0 и 1, получаемую для каждого пикселя входного изображения. Другими словами, если воспринимать косинус как матрицу не зависящую от входа, то преобразование становится линейным, т.е. все такие преобразования могут быть свернуты в одно. Аналогичным образом работа функции ReLU может представлена как бинарная матрица. Пиксели, которые прошли через ReLU или имеют высокое значение косинуса угла между ними и весами, будут иметь больший вклад в решение сети.

Перемножение всех динамически линейных матриц в обратном порядке возвращает единственную матрицу, достоверно описывающую вычисления. Слои нормализации при определенных модификациях также могут быть восприняты как динамически линейные преобразования [7]. В случае данной статьи будет использоваться b-cos LayerNorm.

**2. В-cos Трансформер. Модификации для обучения на небольшой выборке и стабильности.** В ViT для обработки изображений используется блок энкодера трансформера. В оригинальной статье слои нормализации стояли после блоков внимания и MLP (multilayer perceptron), однако сейчас принято ставить их перед ними. Не смотря на это трансформеры страдают от нестабильности при обучении и так как трансформер не обладает inductive bias, то для обучения требуются большие объемы данных. Поэтому были приняты следующие решения:

- 1) В случае трансформеров остаточная связь может приводить к нестабильности, так что результат MLP и МНА (multi-head attention) перед остаточной связью умножаются на параметр [8], в нашем случае равный 0.2. Другой источник нестабильности - функция softmax. Поэтому матрицы ключей и запросов нормализуются, а их произведение умножается на скаляр, который сеть сама подбирает для каждой головы.
- 2) Использовать небольшую сверточную сеть перед токенизацией изображения. Вместо функции активации в сверточных слоях используется maxout. Padding не используется, так как нулевые значения по краям могут быть использованы сетью как замена удаленным смещениям (bias) [9]. Токенизация производится с помощью b-cos сверточного слоя с шагом равным длине ядра. После первого сверточного слоя применяется average pooling с ядром 2\*2.
- 3) Используется модифицированная трансформация TWIST [10].
- 4) Пространственное мышление вводится с помощью матрицы экспоненциального угасания [11].
- 5) Посредством дискретной 2D трансформации Фурье было найдено, что поздние слои трансформера теряют много высокочастотной информации. Для решения данной проблемы в данной работе используется FeatScale [12].

**3. Оптимизация. Обучение сети и регуляризация.** В условиях малой выборки переобучение крайне вероятно, особенно сильно этому подвержены трансформеры. Потребление видеопамати трансформерами во время обучения также очень высоко. Обе данные проблемы решаются двумя методами, уникальными для трансформеров:

1) PatchDropout [22] прореживает половину токенов после токенизации. Данный метод возможен лишь потому, что трансформеры, в отличие от сверточных нейронных сетей, независимы от локальности. В данной работе прореживается не только матрица токенов, но и матрица экспоненциального угасания, которая дает трансформеру знание о пространственных отношениях между токенами. Во время обучения для каждого изображения в пакете убирается 50% токенов.

2) HeadDrop [14] прореживает головы внимания во время обучения. Оригинальная статья обнуляла прореженные головы, однако данный метод может быть использован таким образом, чтобы не вычислять их в целом, что и

используется в данной работе. Таким образом HeadDrop одновременно уменьшает и затраты видеопамати во время обучения и зависимость между головами внимания. Освобождение голов внимания друг от друга позволяет сети обучить каждую голову разным паттернам внимания, что улучшает обобщаемость сети. Прореживается ровно половина голов.

Для уменьшения ко-адаптации между нейронами в MLP применяется Dropout [15]. Вероятность прореживания установлена на 50% для результата работы каждого MLP слоя перед остаточной связью. К результату токенизации применяется SpatialDropout [16] с коэффициентом 0.1.

Перед подачей в сверточный уровень изображения из пакета смешиваются с помощью метода mixup [17]. Коэффициенты смешивания (лямбда) берутся из равномерного распределения в отличие от beta распределения, что в случае с небольшими датасетами может привести к немного лучшим результатам, так как beta распределение может слишком сильно уменьшить роль “чистых” изображений в оптимизации.

Для обучения используется оптимизатор Lion [18]. Скорость обучения установлена на  $1e-4$ , сокращение весов (weight decay) не используется, так как метод b-cos подразумевает их нормализацию. Размер пакета составляет 64 изображения.

Обучение было проведено на датасете HAM [20], была использована видеокарта AMD RADEON RX 5700 XT с 8 гб. памяти и частотой 1650. Все изображения приводились к размеру  $152*152$ . Каждое изображение подвергается серии трансформаций: 1) RandAugment [19] с 3 трансформациями с силой 2; 2) Случайные повороты по вертикали и горизонтали; 3) нормализация. Обучение велось 1334 эпохи. Последние 18 эпох скорость обучения была установлена на  $1e-5$ . Размер обучающей выборки составил 8512 изображения. Из них: меланома - 946, меланоцитарные невусы - 5699, базально-клеточная карцинома - 437, Актинические кератозы и внутриэпителиальная карцинома - 278, доброкачественные образования, похожие на кератоз - 934, дерматофиброма - 98, сосудистые поражения - 120. Тестовая выборка была взята с распределением классов, максимально схожим к тренировочному. Ее размер составил 1503 изображения. Для оптимизации была использована бинарная кросс энтропия.

#### 4. Результаты. Точность сети составила 87.025%, функция потерь 0.1539.

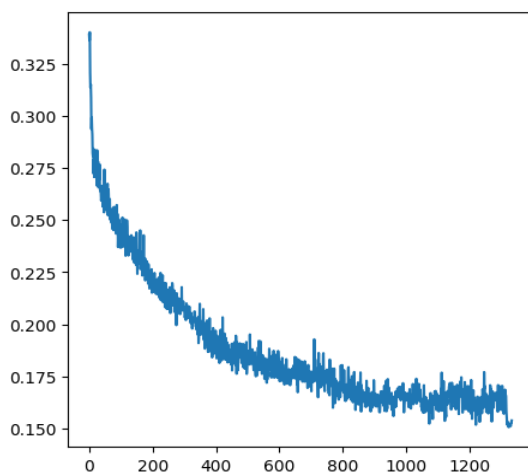


Рис. 1 - График функции потерь.

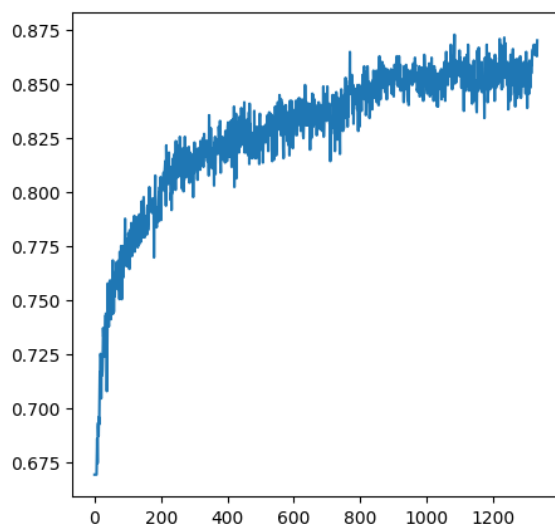


Рис. 2 - График точности.



Рис. 3. - Матрица ошибок.

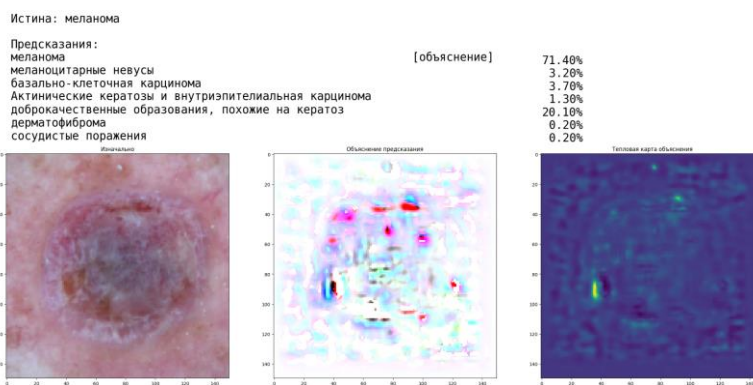


Рис. 4 – Объяснение меланомы

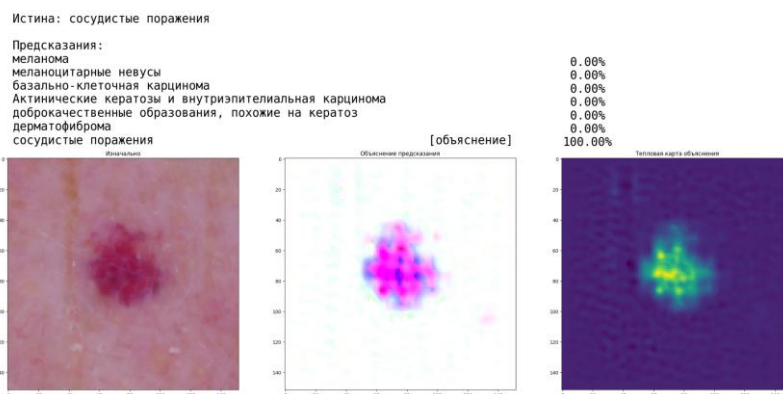


Рис. 5. Объяснение сосудистых поражений

**Заключение.** В данной работе было рассмотрено применение наиболее актуальных технологий в нейронных сетях, позволяющих получать хорошие результаты в условиях как ограниченных вычислительных ресурсов, так и данных для обучения. Объяснение работы нейронной сети не только позволяет повысить доверие человека к ней, но также создает возможности внедрения экспертных знаний. Одним из будущих направлений исследований будет оптимизация сети с учетом ограничений на возможные регионы внимания. Таким образом мы сможем передавать сети информацию не только через целевой класс, но также и визуально, с помощью указания на регионы интереса. Методы приведенные в данной статье универсальны и могут быть применены в других предметных областях.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Ashish Vaswani, Noam Shazeer, Niki Parmar, Jakob Uszkoreit, Llion Jones, Aidan N Gomez, Łukasz Kaiser, and Illia Polosukhin. Attention is all you need. *Advances in neural information processing systems*, 30, 2017.
2. Alexey Dosovitskiy, Lucas Beyer, Alexander Kolesnikov, Dirk Weissenborn, Xiaohua Zhai, Thomas Unterthiner, Mostafa Dehghani, Matthias Minderer, Georg Heigold, Sylvain Gelly, et al. An image is worth 16x16 words: Transformers for image recognition at scale. In *International Conference on Learning Representations*, 2020.
3. Ramprasaath R. Selvaraju, Michael Cogswell, Abhishek Das, Ramakrishna Vedantam, Devi Parikh, Dhruv Batra. Grad-CAM: Visual Explanations from Deep Networks via Gradient-based Localization <https://doi.org/10.1007/s11263-019-01228-7>.
4. Julius Adebayo, Justin Gilmer, Michael Muelly, Ian Goodfellow, Moritz Hardt, Been Kim. Sanity Checks for Saliency Maps. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1810.03292>
5. Rachel Lea Draelos, Lawrence Carin. Use HiResCAM instead of Grad-CAM for faithful explanations of convolutional neural networks. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2011.08891>
6. Moritz Böhle, Mario Fritz, Bernt Schiele. B-cos Networks: Alignment is All We Need for Interpretability. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2205.10268>
7. Moritz Böhle, Navdeppal Singh, Mario Fritz, Bernt Schiele. B-cos Alignment for Inherently Interpretable CNNs and Vision Transformers. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2306.10898>
8. Xianbiao Qi, Jianan Wang, Yihao Chen, Yukai Shi, Lei Zhang. LipsFormer: Introducing Lipschitz Continuity to Vision Transformers. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2304.09856>

9. Moritz Böhle, Mario Fritz, Bernt Schiele. Holistically Explainable Vision Transformers. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2301.08669>
10. Xiangyu Chen, Qinghao Hu, Kaidong Li, Cuncong Zhong, Guanghui Wang. Accumulated Trivial Attention Matters in Vision Transformers on Small Datasets. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2210.12333>
11. Qihang Fan, Huaibo Huang, Mingrui Chen, Hongmin Liu, Ran He. RMT: Retentive Networks Meet Vision Transformers. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2309.11523>
12. Peihao Wang, Wenqing Zheng, Tianlong Chen, Zhangyang Wang. Anti-Oversmoothing in Deep Vision Transformers via the Fourier Domain Analysis: From Theory to Practice. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2203.05962>
13. Yue Liu, Christos Matsoukas, Fredrik Strand, Hossein Azizpour, Kevin Smith. PatchDropout: Economizing Vision Transformers Using Patch Dropout. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2208.07220>
14. Wangchunshu Zhou, Tao Ge, Ke Xu, Furu Wei, Ming Zhou. Scheduled DropHead: A Regularization Method for Transformer Models. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2004.13342>
15. Geoffrey E. Hinton, Nitish Srivastava, Alex Krizhevsky, Ilya Sutskever, Ruslan R. Salakhutdinov. Improving neural networks by preventing co-adaptation of feature detectors. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1207.0580>
16. Jonathan Tompson, Ross Goroshin, Arjun Jain, Yann LeCun, Christopher Bregler. Efficient Object Localization Using Convolutional Networks. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1411.4280>
17. Hongyi Zhang, Moustapha Cisse, Yann N. Dauphin, David Lopez-Paz. mixup: Beyond Empirical Risk Minimization. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1710.09412>
18. Xiangning Chen, Chen Liang, Da Huang, Esteban Real, Kaiyuan Wang, Yao Liu, Hieu Pham, Xuanyi Dong, Thang Luong, Cho-Jui Hsieh, Yifeng Lu, Quoc V. Le. Symbolic Discovery of Optimization Algorithms. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2302.06675>
19. Ekin D. Cubuk, Barret Zoph, Jonathon Shlens, Quoc V. Le. RandAugment: Practical automated data augmentation with a reduced search space. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1909.13719>
20. Philipp Tschandl, Cliff Rosendahl, Harald Kittler. The HAM10000 dataset, a large collection of multi-source dermatoscopic images of common pigmented skin lesions. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1803.10417>

УДК 004

*Алчинова Р.В.*

*Начальник отдела сопровождения и разработки информационных систем  
Управления по информатизации ФГБОУ ВО «РЭУ им.Г.В. Плеханова», Москва*

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И УЧЕТА ВЫПОЛНЕНИЯ НАГРУЗКИ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

В статье рассматривается опыт создания информационной системы для автоматизации ежемесячного учета фактически выработанной педагогической нагрузки преподавателями на примере ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В. Плеханова». Использование данной программы позволяет решить вопрос оптимизации временных затрат над оформлением отчетных документов.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** Автоматизация, распределение нагрузки преподавателей, информационные системы, фактическая нагрузка, 1С.

Под педагогической нагрузкой понимается объем работ, выраженный в академических часах, который выполняют преподаватели и который учитывается при формировании резерва финансирования для оплаты труда научно-педагогических сотрудников Университета.

Стремление руководства ВУЗов эффективно использовать имеющиеся денежные средства требует тщательного планирования численности профессорско-преподавательского состава, а также получения достоверной информации о фактически выработанной педагогической нагрузке. Полные сведения о выполнении объема работ необходимо получать в разрезе кафедр и высших школ, учитывая их принадлежность к определенному кластеру. Кроме того, важно иметь механизмы сравнения и дальнейшего анализа запланированной и фактически выработанной нагрузки, с целью корректировки работы преподавателей, изменения источников финансирования отдельных видов деятельности, принятия управленческих решений по организации структуры Университета и корректировки учебного процесса.

Ежегодно планирование педагогической нагрузки начинается с составления учебных планов учебного процесса. Учебные планы каждой специальности в Университете составляют сотрудники деканатов совместно с выпускающей кафедрой. Итогом этой работы являются документы, заполненные в информационной системе «Планы» и соответствующие требованиям федерального государственного образовательного стандарта. В автоматизированной информационной системе «1С:Управление ВУЗом», используемой в ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В. Плеханова», после загрузки учебного плана начинается процесс формирования распределения педагогической нагрузки на кафедры и преподавателей.

В «РЭУ им. Г.В. Плеханова» этот процесс довольно сложный и длительный и происходит в соответствии с большим количеством внутренних регламентов и нормативных актов. Система формирования нагрузки в Университете полностью автоматизирована и требует минимального участия сотрудников деканатов, что значительно снижает количество возможных ошибок, вызванных человеческим фактором. Все формулы расчета педагогической нагрузки заложены в одном из документов системы, что позволяет в пользовательском режиме оперативно их корректировать при изменении в нормативных документах. Основным функционалом за работниками деканатов является контроль за актуальностью введенных данных и их своевременное обновление в системе: создание новых учебных групп, увеличение или сокращение численности в уже имеющихся академических группах. Система позволяет хранить большой объем информации и формировать отчеты в необходимом для пользователей виде. Для дальнейшего анализа важно наличие возможности предоставления администрации доступа к нагрузке по всем кафедрам. Процесс составления плановой педагогической нагрузки первой половины дня в ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В. Плеханова» можно представить в виде схемы:

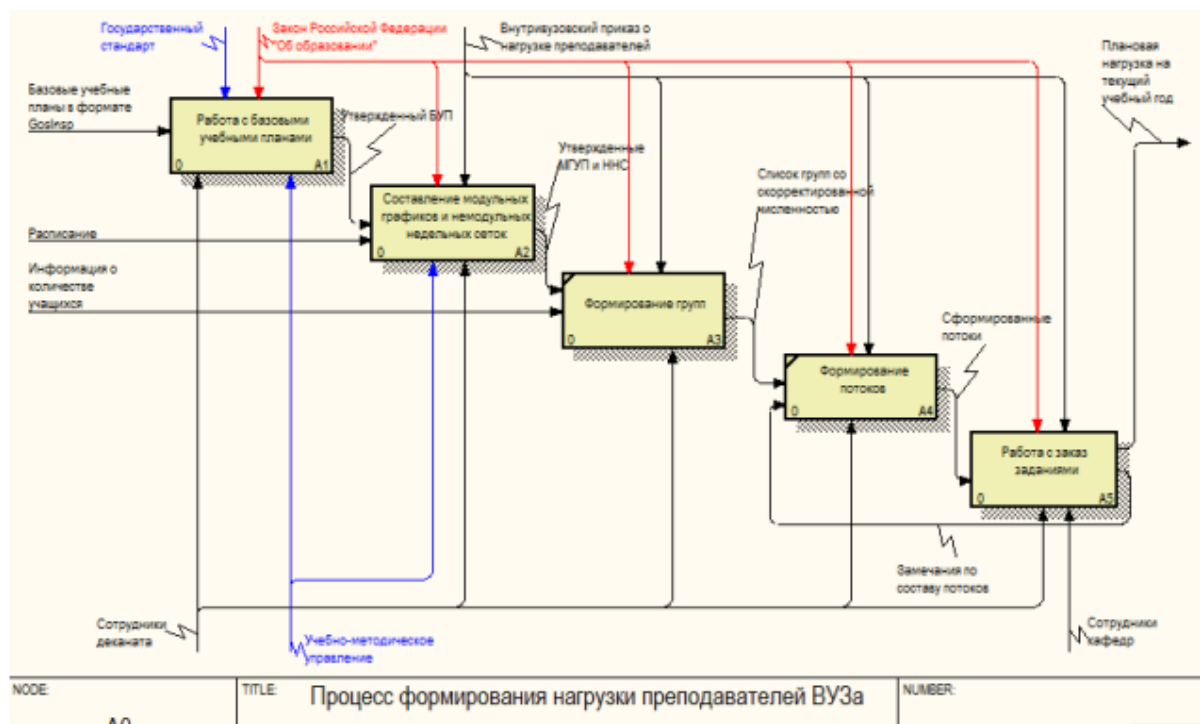


Рис. 1 – Процесс формирования плановой нагрузки преподавателей

До недавнего времени учет фактической нагрузки профессорско-преподавательского состава происходил на сайте Университета путем выбора сотрудниками из полного выпадающего списка всех возможных вариантов видов работ и самостоятельного подсчета итоговых цифр, что являлось очень трудоёмким процессом и приводило к многочисленным ошибкам в отчетах. Различные расчеты для сбора конечных данных приходилось выполнять вручную из-за большого количества разрозненных сведений.

Для дальнейшей централизации данных был разработан модуль «Личный кабинет преподавателя» внутри системы «1С:Управление ВУЗом». Интерфейс системы максимально упрощён и интуитивно понятен. Кроме того, благодаря ролевой модели преподаватели смогут работать с персонализированной информацией.

Ежемесячно в системе создаются документы учета фактической нагрузки, в которых автоматически собирается и актуализируется информация из следующих документов в разрезе кафедр Университета:

- Расписание преподавателя;
- Распределенная на преподавателя плановая педагогическая нагрузка первой и второй половины дня.

Всё вышеописанное позволяет минимизировать временные затраты на учет фактической нагрузки преподавателями до ввода исключительно информации о внеплановой и подтверждения запланированной нагрузки.

После заполнения сведений о выработанной нагрузке данные передаются руководству Университета для формирования отчетов и дальнейшего анализа в разрезе кафедр и научных кластеров. Наиболее полную картину по загруженности актуального педагогического состава система позволяет получить благодаря бесшовной интеграции модуля с информационной системой «1С:Зарплата и кадры государственного учреждения». Ответственные сотрудники Университета имеют



возможность сохранить различные варианты рассчитанной нагрузки, что позволит в дальнейшем облегчить работу по её корректировке.

Последующее развитие модуля «Личный кабинет преподавателя» предоставит возможность в течении учебного года автоматически пересчитывать плановую нагрузку научно-педагогического состава и корректировать численность сотрудников кафедры в зависимости от больничных и отпусков в соответствии с занимаемой должностью. Для минимизации временных затрат преподавателей предполагается автоматизировать учет внеаудиторной педагогической нагрузки, такой как участие в проведении и проверке работ на вступительных испытаниях в рамках «Приемной кампании», проведение занятий повышения квалификации и подготовки школьников для поступления в Высшее учебное заведение в составляемых индивидуальных планах.

Полная автоматизация процесса планирования и учета фактически выполненной педагогической нагрузки позволит сократить временные затраты на сбор полной и актуальной информации о загруженности профессорско-педагогического состава кафедр, а также упростит анализ данных и последующего принятия руководством управленческих решений в организации структуры Университета, численности преподавателей и формирования резервов финансирования. Анализ такого рода позволит увидеть реальную картину организации учебного процесса и возможности его оптимизации. Правильно сформированный учебный процесс влияет на подготовку будущих научных кадров, высококвалифицированных специалистов и повышает рейтинг Университета.

#### **ЛИТЕРАТУРА:**

1. Янченко К.С. Применение технологии Data Mining для анализа нагрузки преподавателей ВУЗа // В сборнике: Инновационное развитие Российской экономики. Материалы IX Международной научно-практической конференции, 2016. С. 191-195.
2. Зятева О.А., Питухин Е.А. Концептуальная модель управления показателями научной деятельности вузов // Инженерный вестник Дона. 2021. № 8. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n8y2021/7156](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n8y2021/7156)
3. Максимак И.Н. От комплексной автоматизации управления образовательным процессом высшего учебного заведения к цифровой трансформации вуза // В сборнике: Новые информационные технологии в образовании. Материалы XX Международной научно-практической конференции, 2020. С. 51-52

**УДК 004.8**

*Альберт Е. С.*

*Аспирант, Базовая кафедра цифровой экономики института развития информационного общества  
Российский Экономический Университет им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия  
эл. почта: es\_kuznetsova10@mail.ru*

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПЛАНИРОВАНИЯ ИТ РАЗРАБОТОК В ИНТЕРЕСАХ ФИНАНСОВОЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

Статья посвящена вопросу совершенствования планирования ИТ разработок в организации финансового сектора путем сокращения трудозатрат на осуществление процесса формирования портфеля ИТ-разработок. Автор исследует текущий процесс формирования портфеля ИТ-разработок и выявляет его недостатки. Автор приходит к выводу, что наиболее длительный этап процесса (обсуждение ИТ-инициатив с целью получения оценки трудозатрат на их разработку) подлежит автоматизации данного процесса с использованием технологий

искусственного интеллекта. Предложен алгоритм реализации процесса формирования перечня и графика реализации ИТ-инициатив, что в результате формирует портфель ИТ-разработок. Описан эффект от реализации данной автоматизации.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** финансовые организации, ИТ-инициативы, искусственный интеллект, оценка трудоемкости, портфель ИТ-разработок, технологии искусственного интеллекта.

Современное состояние и развитие финансовых организаций, как и большинства субъектов экономики, характеризуется тенденцией всесторонней цифровизации [1,2]. Бюджеты на реализацию ИТ-проектов неуклонно растут, по мнению аналитиков Gartner [3] в 2024 году мировые затраты на ИТ-сферу вырастут на 8% и составят \$5,13 трлн. В частности, прогнозируется рост расходов компаний финансового сектора РФ в связи с программой импортозамещения [4]. Наряду с комплексными интеграциями, в большинстве случаев выполняемыми профессиональными компаниями-интеграторами, наличествует большой объем запросов на локальные разработки в интересах подразделений компании и даже конкретных сотрудников, подобные запросы принято называть ИТ-инициативами. Они обладают конкретными внутренними заказчиками (часто конечными пользователями создаваемого ИТ-инструмента), в большинстве своем не являющимися ИТ-специалистами, что предопределяет специфику процессов их реализации. В идеальном случае все ИТ-инициативы должны быть реализованы, однако любая компания существует в условиях ограниченности ресурсов, в связи с чем вынуждена осуществлять выбор среди ИТ инициатив, поддерживая те, вложение в которые являются наиболее рациональным. В связи с этим, актуальным является задача формирования рационального перечня реализуемых в конкретном периоде ИТ-инициатив.

Традиционно в финансовых организациях в качестве горизонта планирования расходной части бюджета используется календарный год, исходя из чего процесс планирования ИТ-разработок на предстоящий год осуществляется осенью в период проведения бюджетной кампании и в общем виде выглядит следующим образом:

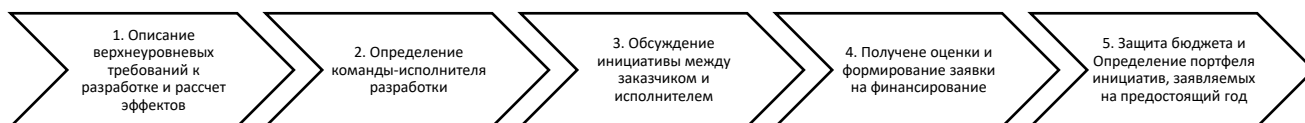


Рис. 1 - Процесс формирования портфеля ИТ-разработок [разработано автором].

Данный процесс состоит из шести основных стадий, в настоящее время выполняемых в основном вручную. Информационные системы используются в целях фиксации основных вех и договоренностей.

На первой стадии, осуществляемой аналитиками, производится описание и расчет планируемых результатов от внедрения каждой ИТ-инициативы с одной стороны и описание необходимой функциональности с другой.

На второй стадии определяется команда разработки, которая будет заниматься реализацией каждой ИТ-инициативы. Сложность данного этапа состоит в том, что в организации (особенно крупной) таких команд может насчитываться сотни, среди

которых будут команды с похожим предметом, но разной спецификой. Например, две команды, занимающихся развитием депозитных продуктов, однако у одной команды специфика – операции с депозитами, у другой настройка тарифов. Соответственно, команда разработки не всегда очевидна изначально.

На третьей стадии проводится длительный процесс обсуждения каждой инициативы, в ходе которого возможен возврат на этап определения команды разработки. Данные обсуждения имеют своей целью определение приблизительных трудозатрат на реализацию той или иной инициативы. Эта стадия, как правило, длительная за счет большого количества участвующего в ней сотрудников и их занятости.

В процессе реализации четвертой стадии, исходя из полученных на предыдущей стадии оценок, проектный менеджер формирует заявку на финансирование в финансовый департамент, в которой расписывает, какие инициативы будут реализованы в предстоящем году, технико-экономическое обоснование, какие команды будут задействованы в реализации и график их загрузки.

На пятой стадии, которая проходит за несколько итераций, осуществляется формирование портфеля ИТ-разработок на следующий год и определяется выделяемый на него бюджет.

Реализация описанного процесса сопряжена с некоторыми сложностями, природой которых, в основном, является человеческий фактор, поскольку не только срок предоставления результата подвержен данному фактору, но и результат оценки и итоговый портфель инициатив находится в прямой зависимости от экспертности исполнителей.

К примеру, оценка трудоемкости каждой ИТ-инициативы, без которой невозможно формирования бюджета на весь портфель ИТ-разработок, не является приоритетной задачей для команды разработки, поскольку в период проведения бюджетной кампании, приходящийся на конец третьего и начало четвертого квартала, совпадает со сроками сдачи ИТ-разработок текущего года, от результатов которых зависит KPI разработчиков. Соответственно, у команды разработки нет достаточной мотивации в скорейшем проведении оценки трудоемкости ИТ-инициатив будущего года. Запросы на оценку могут долго находиться «в ожидании», процесс может быть затянут постоянным требованием дополнительной информации, в одной ИТ-инициативе могут быть задействованы несколько разных команд, что потребует их привлечения к оценке. Несмотря на отвлечение большого количества квалифицированных сотрудников, опыт показывает, что качество оценки трудоемкости ИТ-инициатив оказывается невысоким. В итоге, процесс, который должен занимать максимум 2 недели, растягивается не на один месяц и его результат нуждается в значительных корректировках.

Возвращаясь к вопросу качества результата, помимо описанных выше трудностей, которые связаны с приоритезацией и ресурсами, необходимо принять во внимание такие параметры оценивающего(-их) как:

- Стаж работы в конкретном сегменте экономики;
- Стаж работы в текущей команде. Например, этот показатель прямо демонстрирует детализацию знаний предыдущих доработок команды. Если эксперт работает недавно, то у него может быть просто недостаточно опыта именно в задачах этой команды и организации, что повлияет на качество оценку в худшую сторону;

- Личные характеристики (например, насколько оперативно человек может переключаться с задачи на задачу без потери качества).

Все это усугубляется сотнями инициатив на предстоящий год от всех подразделений организации, которые нужно оценить единовременно. В случае некорректной оценки или же отсутствия оценки последствия могут быть крайне неблагоприятными, например:

1. Часть задач могут не успеть оценить, вследствие чего они не попадут в портфель ИТ-разработок на следующий год. Это в свою очередь может привести к потере конкурентного преимущества организации;
2. Задачи могут быть недооценены, что приведет к невыполнению KPI, запросу дополнительного бюджета, потере имиджа ответственных сотрудников. В случаях, когда задачи напрямую касаются клиентских сервисов, то их невыполнение может влиять на лояльность клиентов
3. Задачи могут быть переоценены, при такой ситуации сотрудникам придется экстренно искать новые статьи расхода выделенного бюджета. В противном случае при проведении следующей бюджетной кампании средства в необходимом объеме могут не выделить.

Одним из путей разрешения сложившейся ситуации может стать автоматизация данного процесса с использованием технологий искусственного интеллекта.

В каждой организации уже существует база выполненных доработок. В данной базе, как правило, уже указана фактическая оценка в той или иной единице измерения. Соответственно, эту базу можно использовать в качестве источника исторических данных для обучения нейросети, автоматически вычисляющей оценку трудозатрат на реализацию ИТ-инициатив и впоследствии формирующую перечень отобранных инициатив и график их реализации.

Предлагаемый алгоритм реализации процесса формирования перечня и графика реализации ИТ инициатив:

1. Описание ИТ инициативы (формализовано в системе) и расчет эффекта;
2. Оценка трудозатрат на реализацию инициативы с помощью ИИ и формирование заявки на финансирование;
3. Защита инициативы и формирование портфеля поддержанных инициатив (на основе выделенного бюджета и эффекта от реализации инициатив)
4. Формирование графика разработки поддержанных инициатив. Это задача о рюкзаке и может быть решена динамическим программированием.

Поскольку системе на основе ИИ необходим период для создания релевантных нейронных связей, то на этапе обучения ИИ предлагается временно дополнить предложенный выше алгоритм:

- Если на этапе первичной оценки трудоемкости инициатив пользователь (проектный менеджер в данном случае) не согласен с оценкой ИИ, он может дополнить описание задачи и осуществить перерасчет. ИИ вновь повторит расчет.
- Если после повторного перерасчета оценка покажется неправдоподобной, то менеджер может воспользоваться оценкой эксперта. Система определит эксперта(-ов) и отправит необходимые материалы.
- Назначенный эксперт, либо оценит задачу исходя из своего опыта, либо перенаправит на другого исполнителя, описав причину переадресации. В

любом случае, на основе данного шага система будет самообучаться, «запоминая» причины и результаты данной итерации.

- Также самообучение может осуществляться при получении фактических затрат на реализацию ИТ-инициативы (то есть после ее фактической реализации). Данный пункт актуален в случае, если в организации есть культура учета трудозатрат.

Для реализации предложенного алгоритма предполагается использование следующих технологий:

Интеллектуальный анализ данных (data mining, далее - ИАД). Его суть заключается в обнаружении существенных связей, шаблонов и тенденций в больших объемах информации (big data). В свете быстрого роста объемов данных, накопленных в современных хранилищах, значение ИАД трудно преувеличить [5]. Рассматривая целевой процесс, описанный в статье, можно выявить корреляцию между предметом реализованных задач и командой-исполнителем, между зависимыми модулями системы и тд.

Поиск знаний в базе данных (Knowledge Discovery in Databases, KDD). Поиск знаний в базе данных (KDD) – высокоэффективный инструмент сбора и анализа информации, представляющий собой сложный итеративный процесс, выявляющий новые и релевантные шаблоны в записях баз данных. Он включает в себя адаптацию модели к исходным данным, поиск неочевидных зависимостей и структур. KDD является важным инструментом для сбора и первоначального анализа информации, необходимой для интеллектуального анализа данных (ИАД). В свете быстрого роста объемов данных, накопленных в современных хранилищах, использование KDD становится неотъемлемой частью процесса ИАД [6].

Исходя из всего вышесказанного, при реализации системы с поддержкой ИИ можно сократить процесс получения оценок ИТ-инициатив до 80%.



Рис 2 - Процесс формирования портфеля ИТ-разработок после внедрения ИИ [разработано автором].

Самый длительный процесс – процесс обсуждения задач с целью оценки, исключается из нового процесса, что приводит к снижению сроков оценки по всем инициативам вплоть до 1 дня.

Таким образом, предложенный алгоритм позволяеткратно сократить время на подготовку к защите бюджета. Это в свою очередь делает возможным оформить список планируемых к реализации инициатив максимально близко к дате защиты бюджета. Соответственно, список данных инициатив будет актуальным, что снижает риск иррациональной траты ресурсов, одновременно повышая качество всей деятельности организации.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Абдрахманова Г.И. Индикаторы цифровой экономики: 2022 / Г.И. Абдрахманова, С.А. Васильковский, К.О. Вишнеvский и др. — М.: НИУ ВШЭ, 2023. — 332 с.
2. Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» // Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации URL:

- [https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/858/?utm\\_referrer=https%3a%2f%2fwww.yandex.ru%2f](https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/858/?utm_referrer=https%3a%2f%2fwww.yandex.ru%2f) (дата обращения: 03.11.2023).
3. Gartner ожидает роста мировых IT-расходов на 8% в 2024 году // Интерфакс URL: <https://www.interfax.ru/business/926574> (дата обращения: 03.11.2023).
  4. Софту увеличивают бюджет // Коммерсантъ URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5525360> (дата обращения: 03.11.2023).
  5. Марина Шапот. Интеллектуальный анализ данных в системах поддержки решений. //Открытые системы № 1, 98 с.30-35
  6. Афанасьев, М. А. Применение безлюдных технологий принятия решений для оптимизации нагрузки на управленческие кадры / М. А. Афанасьев // Инновации и инвестиции. – 2023. – № 7. – С. 446-453. – EDN BUQDGM.
  7. Иванов Михаил Юрьевич, Сыгодина Марина Владимировна, Надршин Владимир Вагизович, Дербенёва Анжелика Викторовна ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ В РЕШЕНИИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ // Baikal Research Journal. 2022. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii-intellektualnogo-analiza-dannyh-v-reshenii-ekonomicheskikh-zadach> (дата обращения: 31.10.2023).
  8. Карцан, П. И. Методика оценки трудозатрат на разработку программного обеспечения с применением избыточности / П. И. Карцан, А. В. Новицкий // Решетневские чтения : Материалы XXIV Международной научно-практической конференции, посвященной памяти генерального конструктора ракетно-космических систем академика М. Ф. Решетнева: в 2 частях, Красноярск, 10–13 ноября 2020 года. Том Часть 2. – Красноярск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева", 2020. – С. 654-655. – EDN SEZQKE.
  9. Лоншаков, А. А. Анализ способов оценки трудозатрат разработки программ / А. А. Лоншаков // Информационные технологии в науке и производстве : Материалы VII Всероссийской молодежной научно-технической конференции, Омск, 21–22 апреля 2020 года / Редколлегия: А.Г. Янишевская (отв. ред.) [и др.]. – Омск: Омский государственный технический университет, 2020. – С. 34-40. – EDN SFMFDA.
  10. Матинян, С. Г. Анализ ключевых проблем и угроз стремительного развития технологий искусственного интеллекта / С. Г. Матинян, Е. С. Альберт // Инновации и инвестиции. – 2023. – № 6. – С. 128-131. – EDN MRJKAD.
  11. Никонова Я.И. Цифровая трансформация финансового сектора российской экономики / Я.И. Никонова, А.Г. Ивасенко // Международный научно-исследовательский журнал. – 2023. – №1 (127).

**УДК 65.011.8**

*Аншина М.Л.*

*Председатель Правления Российского Союза ИТ-директоров  
Доцент, Финансовый Университет при Правительстве РФ,  
Старший преподаватель, МИРЭА, г. Москва*

## **ФОРМИРОВАНИЕ ЦЕЛЕВОЙ АРХИТЕКТУРНОЙ МОДЕЛИ ОРГАНИЗАЦИИ НА ОСНОВАНИИ СЕРВИСНОЙ АРХИТЕКТУРЫ, УПРАВЛЯЕМОЙ СОГЛАШЕНИЯМИ**

С появлением цифровой трансформации, которая определяет кардинальное изменение деятельности на основании внедрения современных информационных технологий, классическая модель проектирования целевой архитектурной модели организации, основанная на анализе сверху – вниз слоёной архитектурной модели, теряет свою актуальность. Если строить слой архитектуры ИТ на основании целей бизнеса, то невозможно учесть возможности, открывающиеся путём использования технологий нижних архитектурных слоёв. Необходимы новые методы определения направлений развития

предприятий с помощью архитектурного подхода. В данной статье предлагается такая методика, основанная на сервисной архитектуре, управляемой соглашениями.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** Цифровая трансформация, целевая архитектурная модель, текущая архитектурная модель, архитектурный подход, сервисная архитектура, управляемая соглашениями, циклический метод формирования целевой архитектурной модели.

1. **Вступление.** Классическая методика формирования целевой архитектуры, подробно описанная в TOGAF [1], основывается на слоёной архитектурной модели и предлагает двигаться от архитектуры бизнеса через слой программных приложений к технологическому инфраструктурному слою. Пересмотр архитектуры верхнего слоя признаётся возможным, но для этого должны быть серьезные причины, выявленные при формировании нижних архитектурных слоёв. В частности, невозможность реализации запланированных изменений слоя бизнеса. Такая модель нашла своё выражение в различных подходах, например, в выравнивании ИТ в соответствии с задачами бизнеса (Business IT Alignment ), предлагаемого долгое время консультантами Гартнера и IDC [2].

Однако если сосредоточиться только на выравнивании нижних архитектурных слоёв по верхнему слою бизнеса невозможно предусмотреть кардинальное изменение бизнеса, входящее в понятие цифровой трансформации. Поэтому в настоящее время, когда цифровая трансформация становится мощным двигателем развития предприятий, такой подход является серьёзным ограничением и не позволяет учитывать в полной мере открывающиеся возможности новых технологий.

Для учета возможностей новых технологий необходимо исследовать все архитектурные слои с анализом их активного влияния на остальные слои, включая вышележащие. Следует проверять возможные архитектурные модели слоя бизнеса и выбирать из них те, которые соответствуют внешней, в частности, конкурентной среде, и направлениям развития организации, а также внутреннему состоянию предприятия, в частности, достигнутому уровню его цифровой зрелости.

Для такого подхода хорошо подходит сервисный архитектурный стиль, позволяющий выявить взаимодействие между архитектурными компонентами на основе сервисов. При этом сервисы одного вида или даже идентичные сервисы могут предоставляться разными архитектурными элементами. Таким образом можно строить целевую архитектурную модель, исходя из возможностей инновационных сервисов, а уже потом выбирать те архитектурные элементы, которые их предоставляют. Такой выбор логично осуществлять на основании требуемого для бизнеса и деятельности организаций качества сервисов, что в частности позволяет сделать модель САУС, Сервисная архитектура управляемая соглашениями, подкласс сервисного архитектурного стиля, основанный на понятии соглашения об уровне сервиса или SLA (Service Level Agreement). SLA позволяет проконтролировать качество предоставляемых сервисов, а в случае проектирования целевой архитектуры предотвратить ухудшение качества функционирования системы при изменении её элементов.

САУС предоставляет большие возможности учёта взаимного влияния архитектурных слоёв друг на друга, что повышает вероятность успешного перехода к целевой архитектурной модели, минимизирует риски такого перехода и позволяет

организации эффективно использовать возможности новых технологий и сервисов, которые с их помощью можно применять и предоставлять.

## 2. Сервисная архитектура, управляемая соглашениями

Сервисная архитектура, управляемая соглашениями (САУС), представляет собой архитектурную модель, основанную на понятии SLA (Service Level Agreement, Соглашение об уровне сервиса), т.е. качестве сервисов [10-14]. Процессы реализации сервиса инкапсулированы внутри архитектурных элементов, которые могут быть заменены без угрозы нарушения качества функционирования всей системы. Таким образом эта архитектура представляет собой дальнейшее развитие объектно – ориентированного подхода в программировании, компонентного подхода в разработке программных систем и сервисного архитектурного стиля, реализованного, в частности, в SOA и web-сервисах, поддерживая их основные принципы:

- уже упоминаемую выше инкапсуляцию;
- наследование, так как сервис может предоставляться несколькими элементами, предоставляющими сервисы друг другу;
- полиморфизм, так как связи между элементами однозначно определяются SLA и замена элемента, предоставляющего тот же SLA, незаметна для остальных элементов.

Классический пример использования SLA для описания архитектуры связан со слоеной архитектурной моделью и приведен на Рис.1.

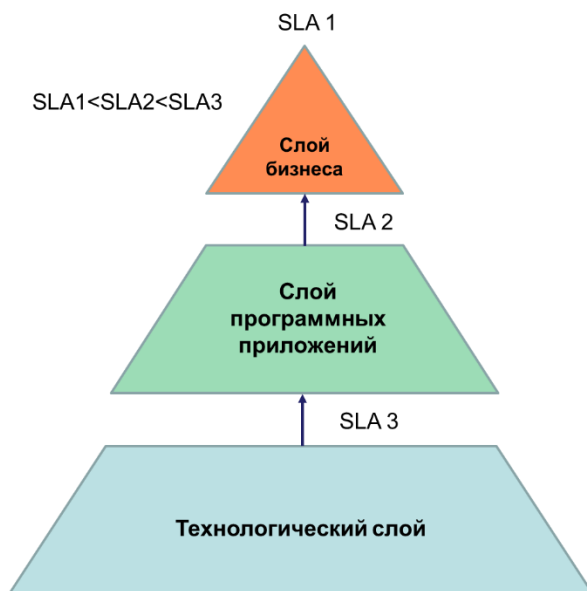


Рис. 1 Применение САУС для связи архитектурных слоёв

На Рис. 1 видно, что SLA, связывающие различные архитектурные слои подчиняются неравенству, учитывающему затухание качества сервисов при переходе между слоями снизу вверх.

SLA является понятием области предоставления сервисов ИТ и многократно упоминается, в частности, в ITIL. Добавление этого понятия в сервисную модель позволяет перейти от концептуального уровня рассмотрения к учёту качественных характеристик. А это в свою очередь позволяет построить процесс с учетом



улучшения качества сервисов. С помощью САУС можно, в частности, контролировать, что качество сервисов не ухудшается.

Перенеся упор на сервисы вместо предоставляющих их элементов, легче рассмотреть новые возможности и применить их к деятельности организации. А учитывая качество этих сервисов, присутствующее на рынке, определить возможное качество новых услуг, предлагаемых организацией. Таким образом, на основании ограничений качества сервисов из конкретных архитектурных решений можно выбрать именно те, которые подходят для конкретной организации.

### 3. Циклический подход к формированию целевой архитектуры

С целью выявления новых технологий, которые способны оказать кардинальное влияние на деятельность организации необходимо предусмотреть циклический анализ архитектурных слоёв, двигаясь не только сверху вниз: от слоя бизнеса к технологическому слою, но и снизу-вверх, двигаясь от архитектурных слоёв и слоя программных приложений вверх к слою бизнеса.

При этом начинать проектирование целевой архитектурной модели предприятия можно с любого архитектурного уровня. Представляется полезным после прогона сверху-вниз проводить прогон снизу – вверх и останавливаться в циклическом процессе в том случае, когда новые сервисы и предоставляющие их элементы выявить не удаётся, т.е. когда удаётся прийти к стабильной целевой архитектурной модели.

Такую прокачку следует проводить достаточно часто, так как новые технологии появляются практически непрерывно. Общая схема, поясняющая циклический метод формирования целевой архитектурной модели, приведена на Рис. 2.

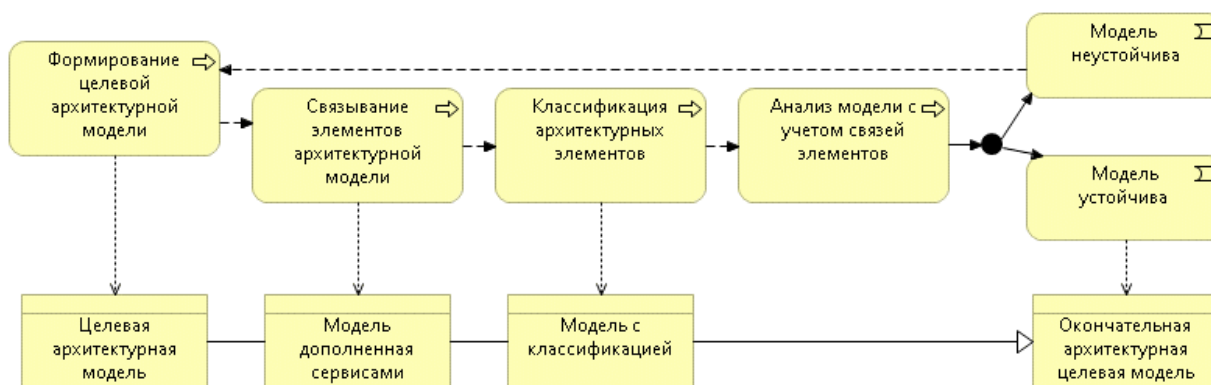


Рис. 2 Схема циклического метода формирования целевой архитектурной модели организации

При этом так же как в классическом подходе [2] возможны два варианта: начинать с текущей архитектурной модели и на основе её формировать целевую или начинать с целевой модели, после её формирования описывать текущую архитектурную модель и только после этого определять зазор и находить пути его преодоления.

#### 3.1 От текущей архитектурной модели

Общеизвестно, например, из TOGAF, что такой подход, который является наиболее употребительным, обладает рядом достоинств и недостатков.

Достоинства (при условии высокого качества моделирования):

- Более реалистичное проектирование целевой архитектуры, основанное на текущем состоянии организации;
- Максимальное включение существующих архитектурных элементов и их связей, что позволяет сократить затраты и повысить качество системы за счет использований унаследованных элементов;
- Учет актуальных проблем бизнеса, связанных с текущим положением.

Недостатки:

- Трудно отрешиться от текущего положения вещей и предложить кардинальные архитектурные изменения;
- Трудно, практически невозможно, выявить способы использования инновационных технологий для развития предприятия.
- Невозможность реализовать проактивность.

Цикличность подхода с использованием САУС при моделировании от текущей архитектурной модели может осуществляться следующим образом:

1. Строится модель САУС текущего состояния организации;
2. Выделяются существующие сервисы, предоставляемые каждым архитектурным слоем вышележащему;
3. На основе анализа публикаций, научных статей, лучших практик, опыта партнеров и конкурентов выявляются актуальные инновационные сервисы, которые пока не используются организацией, но могут быть ей полезны;
4. Формируются варианты целевой архитектурной модели организации с учетом использования инновационных сервисов различных слоёв, т.е. строится модель снизу-вверх;
5. Проводится анализ вариантов слоя бизнеса с учетом возможностей цифровой трансформации, выявленных в п. 4;
6. Выбирается наиболее эффективная целевая модель. (с точки зрения соотношения выгоды-затраты и возможности-риски, например, с помощью SWOT-анализа).
7. Процесс повторяется до достижения устойчивого состояния целевой модели, т.е. когда в ней не появляются новые сервисы. При этом выбор элементов, предоставляющих те или иные сервисы, может проходить в рамках полученной сервисной модели САУС.

Такой метод позволит оттолкнуться от существующей архитектурной модели организации, но при этом учесть и предложить сервисы, основанные на инновационных технологиях, которые в этой модели отсутствуют.

### **3.2 От целевой архитектурной модели**

При таком подходе особенно важно сохранить целостность системы, для чего хорошо подходит сервисный архитектурный стиль. С его помощью можно организовать скоординированное развитие отдельных элементов без нарушения целостности системы, сохраняя используемые сервисы и не ухудшая их качество.

Достоинства (при условии высокого качества моделирования):

- Использование лучших практик отрасли и мировых трендов;
- Проактивность;
- Учет актуальных направлений развития и потребностей рынка.

Недостатки:

- Нереализуемость или низкая вероятность успеха реализации целевой архитектуры;
- Трудности последующего согласования с текущей ситуацией в частности с текущей архитектурой;
- Неготовность организации к переходу к целевой архитектуре;
- Ухудшение качества сервисов.

Цикличность подхода на основе САУС при выборе данного метода может осуществляться следующим образом:

1. На основе анализа публикаций, научных статей, лучших практик, опыта партнеров и конкурентов строится модель САУС целевого состояния организации;
2. Выделяются необходимые на каждом архитектурном слое сервисы;
3. Выявляются отсутствующие сервисы или те, качество которых требует изменения;
4. Формируются варианты целевой архитектурной модели организации с учетом использования инновационных сервисов различных слоёв, т.е. строится модель снизу-вверх;
5. Проводится анализ вариантов слоя бизнеса с учетом возможностей цифровой трансформации;
6. Выбирается наиболее эффективная целевая модель. (с точки зрения соотношения выгоды-затраты и возможности – риски, например, с помощью SWOT-анализа).
7. Процесс, начиная с п. 4, повторяется до достижения устойчивого состояния целевой модели, т.е. когда в ней не появляются новые сервисы. При этом выбор элементов, предоставляющих те или иные сервисы, может проходить в рамках полученной сервисной модели САУС.

Такой метод позволит оттолкнуться от целевой архитектурной модели организации, но при этом учесть существующие сервисы, сократить затраты, повысить уровень повторного использования сервисов и не ухудшить качество предоставляемых организацией сервисов.

#### **4. Пример использования циклического подхода для формирования целевой архитектуры организаций банковского сектора**

Рассмотрим использование циклического подхода, основанного на модели САУС, для проектирования целевой модели банка. Будем двигаться от целевой архитектурной модели.

Варианты сервисов, основанных на технологиях цифровой трансформации, которые могут быть наиболее полезны в банковской сфере, и связи между ними, приведены на Рис. 3

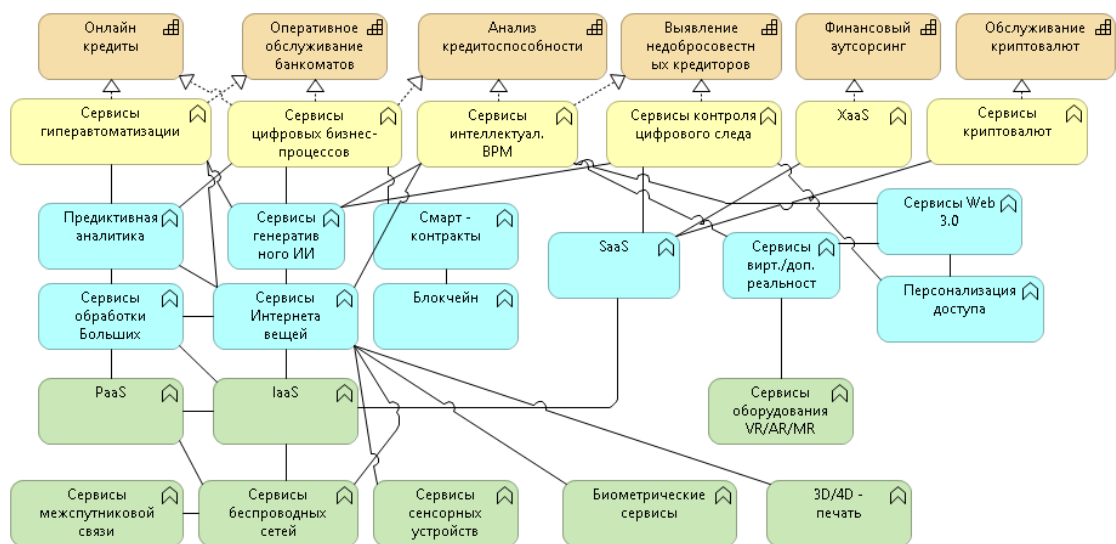


Рис. 3 Сервисы технологий цифровой трансформации для банковской сферы.

На основании анализа сервисов слоя бизнеса конкретный банк выбирает, какие из них наиболее соответствуют его стратегии. Например, если банк расширяет работу с физическими лицами, то он может выбрать онлайн кредиты, если выходит на рынок криптовалют - то обслуживание криптовалют. При этом качество этих сервисов, которое банк выбирает из анализа предлагаемых на рынке соответствующих сервисов, подчиняется неравенству для САУС, приведенному выше, т. е. позволяет ограничить выбор соответствующих архитектурных элементов.

## 5. Заключение

В качестве заключения необходимо отметить два момента, рассмотренных в статье.

Построение целевой архитектурной модели сверху вниз не соответствует принципам цифровой трансформации, так как не позволяет осуществить кардинальное изменение деятельности организации на основании инновационных технологий. Необходим циклический подход, в котором осуществляются переходы в слоёной архитектурной модели сверху –вниз и снизу-вверх для выявления актуальных для организации новых технологий. Завершение процесса происходит при достижении стабильности архитектурной модели на всех уровнях.

Использование в качестве архитектурного стиля модели САУС позволяет осуществлять выбор новых технологий не на основе архитектурных элементов, а на основе сервисов, которые они предоставляют, с учетом качества этих сервисов. Таким образом, можно ограничить выбор более зрелыми и качественными сервисами и обеспечить предоставление таких сервисов внешним заказчикам.

Совместное использование циклического подхода при проектировании целевой архитектурной модели и модели САУС позволяет учесть инновационные сервисы, которые становятся доступны организациям в условиях цифровой трансформации.

## ЛИТЕРАТУРА:

1. The TOGAF® Standard, Version 10
2. Gartner Research 2020 «Strategic Roadmap for IT/OT Alignment», февраль 2020 г.
3. M. Fowler «Patterns of Enterprise Application Architecture, Addison-Wesley. 2002
4. Santos. J., Allega, P., «Hype Cycle for Enterprise Architecture», 2018. Gartner, 2018

5. Toomas T., Peter B., Graeme S. «How enterprise architecture leads to organisational benefits» International Journal of Information Management вып. 67, 2022
6. Прошин В.В. Инновационное развитие предприятий в условиях цифровизации экономики // Инновационная наука. 2022. № 1-2. С. 47-51.
7. Мазов Н. А., Гуреев В. Н., Глинских В. Н. - Методологические основы определения научных тенденций и фронтов - НТИ. сер. 1. Орг. и методика информ. работы/ ВИНТИ РАН – 2020 - <https://doi.org/10.36535/0548-0019-2020-10-1>
8. Алленых М.А. Цифровизация банковской системы как новая реальность//Кронос.- 2020.- №6 (44), - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovizatsiya-bankovskoy-sistemy-kak-novaya-realnost> (дата обращения: 01.05.2023).
9. Аншина М.Л.. Системный подход к архитектуре предприятия // Открытые системы.СУБД. — 2008. — № 10. — С. 45. URL: <https://www.osp.ru/os/2008/10/5831818>
10. М. Аншина «Архитектурные модели управляемые сервисными соглашениями», Современные информационные технологии и ИТ-образование», 2021, Т.17, №2
11. М. Anshina «Refinement of the SOA reference model in accordance with the agreement-driven service architecture», №4, 2022 «Components scientific and technological progress».
12. М. Anshina, «Agile Architecture for Digital Enterprises», ЕЕКМ 2020 Enterprise Engineering and Knowledge Management, Proceedings of the XXIII International Conference "Enterprise Engineering and Knowledge Management" (ЕЕКМ 2020), Moscow, Russia, December 8-9, 2020.
13. М. Аншина, «Расширения понятия сервисно-ориентированной архитектуры на архитектурные области цифровой экономики», Сборник трудов «XIX НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «Инжиниринг предприятий и управление знаниями (ИП&УЗ–2018)», апрель 2018, том 1
14. М. Аншина, «Структура и взаимодействие SLA САУС в эталонных моделях цифровой трансформации», Сборник трудов «XIX НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «Инжиниринг предприятий и управление знаниями (ИП&УЗ–2019)», апрель 2019

#### УДК004.882

**Арсеньев Д.Г., Гомжина Е.А., Мисник А.Е., Шалухова М.А.**

1. *д.т.н., профессор, член - корреспондент Российской Академии Наук, профессор Высшей школы управления кибер-физическими системами, главный научный сотрудник Лаборатории "Интеллектуальные системы управления", проректор по международной деятельности, ФГАОУ ВО "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого", Санкт-Петербург*
2. *канд. мед. наук, Зав. отделением ранней медицинской реабилитации, врач физиотерапевт, ФГБУ "ФЦТОЭ" Минздрава России, Смоленск*
3. *канд. техн. наук, доцент, МОУ ВО «Белорусско-Российский университет», Могилёв*
4. *аспирант, ФГАОУ ВО "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого" Санкт-Петербург; преподаватель-стажёр МОУ ВО «Белорусско-Российский университет», Могилёв*

### **ОНТОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПЛАНА РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ СУСТАВОВ**

В статье предлагается применение онтологического подхода к решению проблемы построения индивидуальных планов постоперационной реабилитации пациентов. Для решения задачи формирования онтологии предметной области была использована комбинация объектно-ориентированного подхода и мета-ассоциативных графов, обладающих универсальной структурой и позволяющих сократить время и усилия, затрачиваемые на создание и модификацию онтологий. Был разработан программный модуль, позволяющий проводить функциональную диагностику опорно-двигательного аппарата на основе

технологий компьютерного зрения, что позволяет получить персонализированный план лечения и повысить эффективность дальнейшей реабилитации пациента.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** Онтологический подход, онтология, объектно-ориентированный подход, метаграфы, мета-ассоциативные графы

### **Введение**

Опорно-двигательный аппарат — система, состоящая из костей, суставов, мышц, связок и нервной системы, которые работают вместе, чтобы позволить человеку двигаться и управлять телом. Важным звеном опорно-двигательной системы, обеспечивающим её целостность, являются суставы. Суставы отвечают за движение, пространственную ориентацию и стабилизацию костей. При нормальном функционировании суставы амортизируют нагрузку, возникающую при движении, предотвращают разрушение костной ткани и выполняют специализированные функции в зависимости от своего расположения. При повреждении суставов нарушается их функция, ограничивается подвижность, появляется боль. Новые возможности в лечении поврежденных суставов предоставляют роботизированная хирургия, протезирование и тканевая инженерия.

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный центр травматологии, ортопедии и эндопротезирования» Министерства здравоохранения Российской Федерации (г. Смоленск) оказывает высокотехнологичную медицинскую помощь по специальности травматология и ортопедия. В Центре проводятся операции по протезированию опорных элементов искусственными аналогами, что позволяет безболезненно двигаться и полноценно жить. За время работы центра высокотехнологичная медицинская помощь была оказана 36 819 пациентам, ежегодно Центр проводит более 24 000 консультаций пациентов и 6 500 операций. Эндопротезирование суставов является реконструктивной операцией, цель которой состоит в восстановлении поврежденного сустава с помощью имплантации протеза. Условием закрепления успешного результата операции является квалифицированный постоперационный уход и восстанавливающее лечение. Грамотно налаженный реабилитационный процесс помогает вернуться к нормальному образу жизни. Первый этап реабилитации в Центре проходит амбулаторно, под наблюдением высококвалифицированных врачей и длится 7 дней. Несмотря на существование общих рекомендаций проведения реабилитации, каждый пациент имеет индивидуальные особенности, влияющие на прохождение процесса реабилитации. В связи с этим возникает необходимость в ходе реабилитации разрабатывать и корректировать индивидуальный план восстановительных мероприятий для каждого больного, что увеличивает нагрузку на специалиста-реабилитолога.

Был применен онтологический подход для разработки специализированного программного модуля информационно-измерительной системы диагностики и адаптивной коррекции опорно-двигательного аппарата человека на основе технологий компьютерного зрения. Снижая нагрузку на врача, анализируя и интерпретируя данные, такая система может обработать большие объемы информации и предоставить детализированные заключения, а также, на основе полученных данных, предложить рекомендации для функциональной коррекции опорно-двигательного аппарата.

## **Онтологический подход к построению индивидуального плана реабилитации**

Специализированные программные средства играют важнейшую роль при разработке и поддержке системных и информационно-аналитических процессов в сложных киберфизических системах, к которым относится разрабатываемая система. Улучшение медицинского оборудования, новейшие исследования и технические возможности, делают подходы к проведению операций и реабилитации динамично меняющимися. Специфика работы информационных и управляющих систем в области медицины такова, что для актуализации необходимо постоянно разрабатывать новое программное обеспечение в виде все более усложняющихся программных комплексов. При классическом подходе существенной проблемой остается поддержка уже разработанных ранее программных комплексов, не отвечающих современным требованиям к информационному обеспечению и имеющих устаревший интерфейс. Потребность в создании комплексов, сочетающих в себе возможности современного программного обеспечения и потенциал использования существующих программных модулей, может быть удовлетворена за счет применения онтологического подхода. Онтологическое представление позволяет представить конфигурацию информационной системы в виде онтологической модели, которая впоследствии может быть дополнена и расширена [1].

Разработка онтологий различного уровня позволяет решить проблему хранения знаний и повысить их доступность, так как в них явно отражаются источники, методы и возможности обработки данных. Объектно-ориентированный метод создания системной онтологии позволяет адаптировать описание и управление данными и знаниями. Он создает надежную основу для адаптации к изменяющимся условиям, эффективного функционирования процессов и принятия решений в реальном или квазиреальном масштабе времени [2].

Для интеграции мультимодальных систем необходим единый концептуальный интерфейс, представленный онтологией в виде иерархической графовой структуры, где каждый узел представляет сущность, а связи между узлами представляют отношения между сущностями. Метаграфы являются обобщением представлений о структурах графов, используемых в различных областях. Метаграф представляет собой набор направленных отображений множества в множество, и его многообещающими приложениями являются моделирование отношений данных. Требования обеспечения динамики изменения структуры и параметров системы могут сделать различия между атрибутами и вершинами внутри метаграфа довольно нечеткими, классический метаграф не имеет естественных механизмов идентификации и реагирования на события, что затрудняет моделирование динамических процессов в сложных системах.

Предлагается обобщить понятия вершины и метавершины до понятия узла метаграфа (N) и дополнить определение узла именем, наборами событий и методов, принадлежащих узлу:

$$N = \{I, AS, EV, M\},$$

где I — имя узла, EV — набор событий, связанных с узлом метаграфа, M — набор методов, связанных с узлом метаграфа. AS, трансформируется из множества

атрибутов  $A$  в множество ассоциативных атрибутов, являющихся либо обычными атрибутами, либо ссылками на узлы метаграфа:

$$AS = \{A, N^*\}.$$

Такой тип метаграфа повышает универсальность проектирования онтологий, особенно при моделировании сложных процедур. Ссылки на узлы метаграфа напоминают ребра метаграфа, обеспечивая ассоциативные связи между узлами. Любой узел потенциально может стать метаузлом, так как соединение с другим узлом метаграфа позволяет реализовать все возможные типы взаимодействий. Если не требуется установка ассоциативной связи, ссылка может быть представлена в виде обычного атрибута с именем узла в качестве значения, что позволяет более гибко описывать онтологию и использовать метаграфы для моделирования сложных кибер-физических систем [3]. Такой подход к построению метаграфа дает возможность включать процессную составляющую в онтологическую модель системы как её неотъемлемую часть, что позволяет гибко и экономично формировать процессные модели на основе сегментов общей онтологической модели [4].

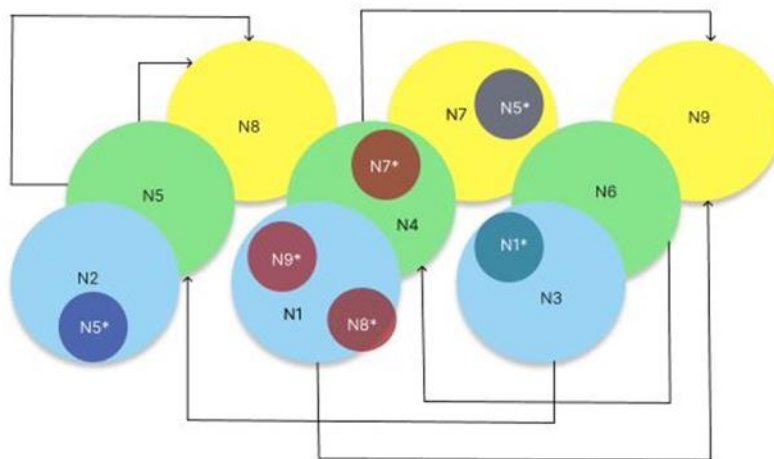


Рис. 1 – Мета-ассоциативный граф

Для получения измерений и интерпретирования полученных данных пациентов и дальнейшей разработке индивидуальных планов согласно методике реабилитации предлагается использовать программный модуль использующий технологию компьютерного зрения. Система получает видео заданного тестового упражнения с мобильного устройства специалиста-реабилитолога, программный модуль анализирует полученные видеоматериалы, распознает интересующие нас опорные точки, и проводит измерение углов в динамике между образованными линиями для определения статуса пациента. На основании полученных данных формируются индивидуальные рекомендации для реабилитации пациента.

Применение современных технологий, таких как искусственный интеллект, компьютерное зрение и дополненная реальность, для анализа полученных данных пациента и контроля состояния опорно-двигательного аппарата человека в целом и суставов в частности, является передовым направлением в медицинской науке. Для получения актуальных данных о состоянии пациента существующие методы и приборы для измерения и анализа опорно-двигательного аппарата человека имеют



ряд ограничений и недостатков: дорогостоящая и длительная магнитно-резонансная томография недоступна при диагностике состояния пациентов после эндопротезирования суставов из-за наличия металлических имплантов. Инструменты компьютерного зрения, в сочетании с нейросетевым подходом открывают новые возможности для автоматизации и стандартизации процессов сбора и анализа информации о пациентах: анализируя и интерпретируя собранные данные, системы на основе искусственного интеллекта могут предложить рекомендации для функциональной коррекции опорно-двигательного аппарата на основе полученных данных пациента. Благодаря базе заданных специалистом правил, система способна определять статус и динамику пациента, учитывая индивидуальные особенности постоперационного периода с первого дня реабилитации. Это может включать в себя комплексы физических упражнений, предложение соответствующих методов лечения или дополнительных исследований [5].

### **Разработка и интеграция программных средств для построения индивидуального плана реабилитации пациента**

Перспективная стратегия разработки сложных киберфизических систем направлена на минимизацию участия разработчиков программного обеспечения. Вместо того чтобы реализовывать бизнес-процессы с помощью программного обеспечения, разработчики создают программно-инструментальную среду, позволяющую специалистам проектировать онтологию и бизнес-процессы соответствующей области [3].

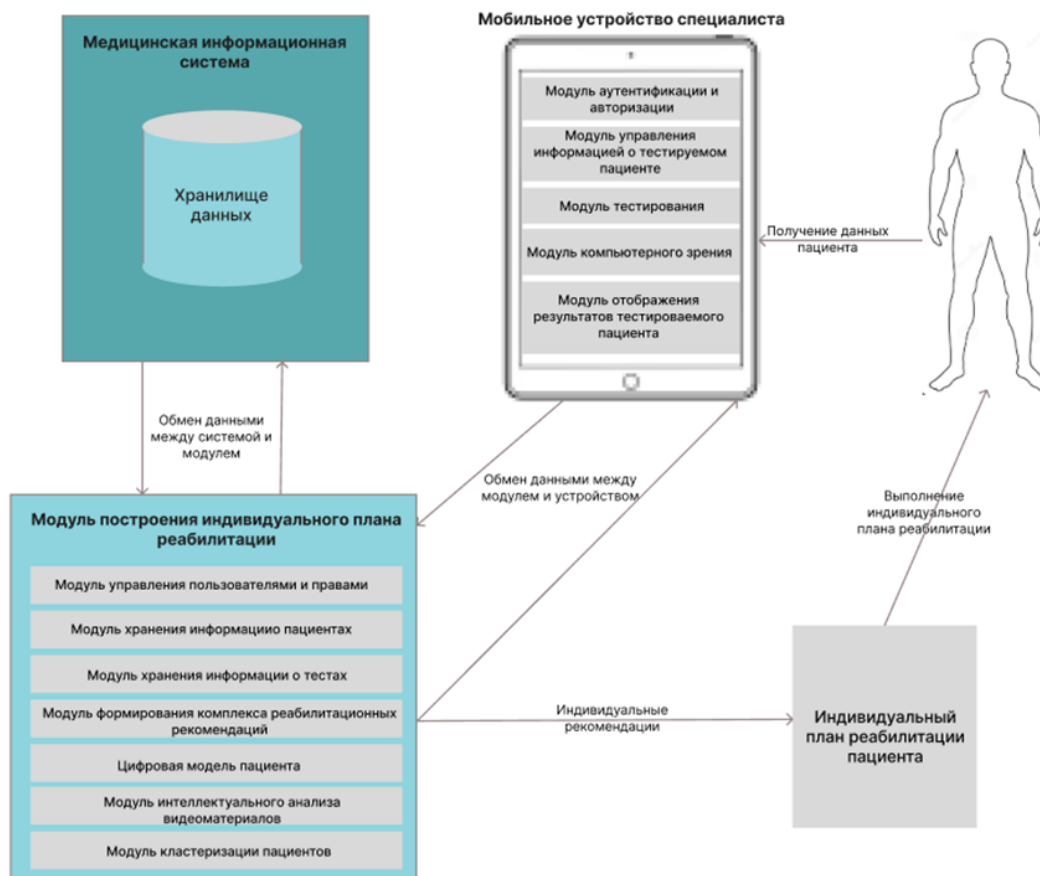


Рис. 2 – Схема взаимодействия модулей системы

Для осуществления разработки в рамках предметной области системы был использован онтологический структурный модуль для создания онтологии, напоминающей метаассоциативный граф, который также включает в себя процессную составляющую, сформулированную с помощью методов.

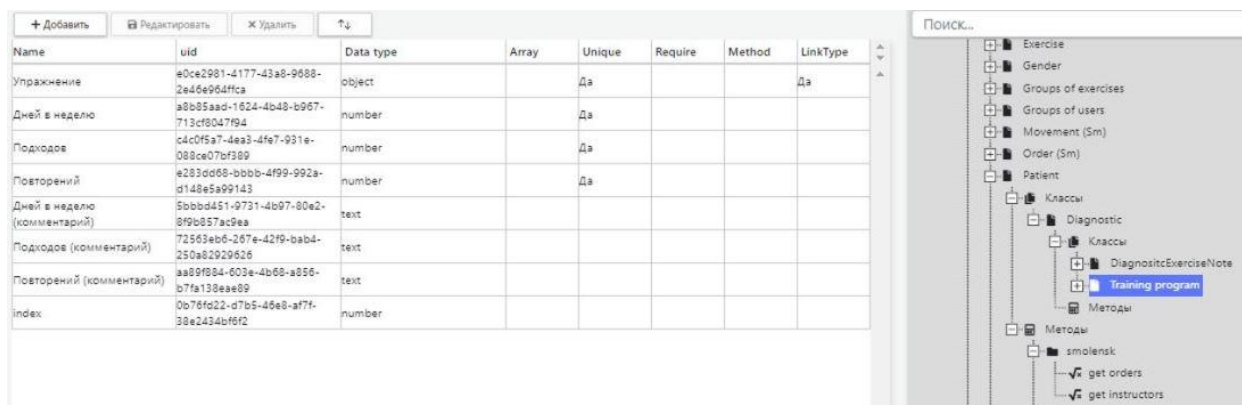


Рис. 3 – Модуль онтологической структуры

Для получения актуальных данных пациента, согласно методике реабилитации, происходит измерение угла сгибания. В разработанном программном модуле измерение углов и последующее распознавание опорных точек проводится с помощью технологии машинного зрения.



Рис. 4 – Кадр видео пациента а) до обработки б) после распознавания

Полученные данные об углах сгибания передаются в модуль хранения информации о тестах, обновляя актуальные данные модели пациента и его статус. Система статусов призвана привлечь дополнительное внимание лечащего врача, в случаях, когда значения измерений пациента выходят за заданные величины. В процессе анализа данных модели пациента происходит их сравнение с контрольными значениями. Контрольные значения различаются для каждого из запланированных дней реабилитации.

Counter ↑	Angle from ↑	Angle to ↑	Color ↑
1	88	92	■ #0ff758
2	80	87	■ #fcdc00
3	0	79	■ #f44e3b
4	93	100	■ #fcdc00
5	101	180	■ #f44e3b

Рис.5. Отражение контрольных углов при осмотре правого колена в системе

На основании полученных данных пациента формируется новый план его индивидуальной реабилитации, согласно траектории его выздоровления.

 ФГБУ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ТРАВМАТОЛОГИИ, ОРТОПЕДИИ И ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ» МИНЗДРАВА РОССИИ (Г. СМОЛЕНСК)		<b>ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ПЛАН</b> <b>медицинской реабилитации</b>		Отделение плановой медицинской реабилитации											
				Медицинская карта пациента, получающего медицинскую помощь в стационарных условиях № <b>1111/11</b>											
Ф.И.О. пациента: <b>ИВАНОВ Иван Иванович</b>				Дата рождения: <b>01.01.1960</b>											
Диагноз:		SN#		Состояние после											
Дата		21.06	22.06	23.06	24.06	25.06	26.06	27.06	28.06						
день госпитализации		1	2	3	4	5	6	7	8						
<b>референтные значения</b>		55	60	65	70	75	80	85	90						
угол сгибания min = 50		52	58	64	70	75	85	90	93						
<b>референтные значения</b>		10	9	8	7	6	4	2	0						
угол разгибания min = 0 max = 18		12	10	9	7	5	3	1	0						
Ф.И.О. инструктора по ЛФК:		<b>Инструктор</b>													
Подпись инструктора по															

Рис.6. Сформированный системой индивидуальный план реабилитации после эндопротезирования сустава

Применение онтологического подхода к построению индивидуального плана реабилитации пациентов после эндопротезирования суставов способно как ускорить процесс реабилитации пациентов в пост операционном периоде путем постоянной актуализации их физических показателей и уточнении реабилитационных мероприятий, так и разгрузить сотрудников реабилитационного центра для более плодотворной работы с пациентами.

## Выводы

Онтологический подход является одним из направлений решения проблемы универсального представления концептуальных знаний в современных информационных системах. Использование мета-ассоциативных графов позволяет сократить время и усилия, затрачиваемые на создание и модификацию онтологий, а также обеспечить более наглядное и понятное представление сложных онтологических структур. Применение онтологического подхода, и других современных инструментов, таких как искусственный интеллект, компьютерное зрение и дополненная реальность, для анализа и контроля опорно-двигательного аппарата человека, является передовым и активно развивающимся направлением в разработке медицинских систем. Эти технологии открывают новые возможности для автоматизации и стандартизации процессов сбора и анализа информации о состоянии пациентов. Анализируя и интерпретируя данные, системы, построенные на основе онтологического подхода, с применением искусственного интеллекта, могут предоставить детализированные заключения. Кроме того, эти системы могут предложить рекомендации для коррекции опорно-двигательного аппарата на основе полученных данных. Важным аспектом является то, что система построения индивидуального плана реабилитации, собирая данные пациента с помощью компьютерного зрения, обобщая и обрабатывая их на основе интеллектуальных алгоритмов в дальнейшем могут контролировать выполнение этих рекомендаций в квази-реальном времени, адаптируя и модифицируя их в соответствии с текущим состоянием пациента, что позволяет создать по-настоящему персонализированный и эффективный план лечения.

Таким образом, онтологический подход к построению информационно-измерительных систем диагностики и коррекции опорно-двигательного аппарата на основе технологий компьютерного зрения является актуальным направлением разработки.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Basu A., Blanning R. Metagraphs and their applications. Springer, 2007. 174 p.
2. Misnik A. E., "Ontological Engineering on Metagraphs Basis," 2022 VI International Conference on Information Technologies in Engineering Education (Inforino), 2022, pp. 1-6, doi: 10.1109/Inforino53888.2022.9782909.
3. Bobryakov A. V., Borisov V. V., Misnik A. E. and Prokopenko S. A., "Design and Implementation of Information-Analytical and Industrial and Technological Processes in Production Based on Neuro-Fuzzy Petri Nets," 2022 VI International Conference on Information Technologies in Engineering Education (Inforino), 2022, pp. 1-6, doi: 10.1109/Inforino53888.2022.9782997.
4. Gapanyuk Yu.E. Metagraph Approach to the Information-Analytical Systems Development. In: Proceedings of the 6th International Conference Actual Problems of System and Software Engineering, Moscow, Russia, 2019, pp. 428-439.
5. Borisov, V.V., Misnik, A.E., Velkov, A.A., Shalukhova, M.A., "Application of Computer Vision Technologies to Reduce Injuries in the Athletes' Training", Proceedings of the Seventh International Scientific Conference "Intelligent Information Technologies for Industry" (ИТИ'23). ИТИ 2023. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 777. Springer, pp. 137-145 [https://doi.org/10.1007/978-3-031-43792-2\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-031-43792-2_14)

УДК: 005: 004.8

**Баранов В.В., Баранов М.В., Чжао К.**

<sup>1</sup>профессор, д.э.н., профессор кафедры менеджмента и инноваций,  
НИУ «Московский строительный университет, г. Москва

<sup>2</sup>студент института цифровых систем

Ярославского государственного технического университета, г. Ярославль

<sup>3</sup>аспирант кафедры финансового менеджмента

Московского государственного технологического университета «СТАНКИИ», г. Москва

## ФОРМИРОВАНИЕ ЦИФРОВОЙ СРЕДЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА ИННОВАЦИОННОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Рассмотрены особенности реализации проектов инновационной модернизации в цифровой среде. Предложена методика формирования математического обеспечения проекта инновационной модернизации. Описана совокупность математических моделей, отражающих бизнес-процессы проекта инновационной модернизации, реализуемого в условиях цифровой среды. Предложен алгоритм создания программного обеспечения проекта инновационной модернизации механообработывающего производства набережночелнинского литейно-механического завода «Магнолия», включая анализ парка оборудования, создание роботизированных звеньев и формирование оптимальной производственной программы, определение объема инвестиций и оценку эффективности проекта инновационной модернизации. Описана совокупность созданных авторами программных приложений, автоматизирующих бизнес-процессы инновационной модернизации.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** цифровая среда; инновационная модернизация; математические модели; роботизированные звенья; программное приложение.

В условиях санкций коллективного Запада перед российскими предприятиями в контексте изменения внешнеэкономической концепции РФ, обусловленной «поворотом на Восток», стоит задача формирования стратегий устойчивого развития, эффективного выхода на новые рынки сбыта, в первую очередь азиатские и latinoамериканские. Реализация стратегий должна обеспечить устойчивость развития российских предприятий, следствием чего станет конкурентоспособность на этих рынках, как продукции, так и предприятий, производящих эту продукцию.

Одной из таких стратегий является стратегия цифровой трансформации российских предприятий. Эта стратегия охватывает разработку и использование информационных технологий, автоматизацию производственных процессов, включая их роботизацию, повышение качества интеллектуального капитала, в первую очередь это касается такой его ключевой составляющей, как человеческий капитал. Для того чтобы стратегия цифровой трансформации стала действенным инструментом формирования устойчивой конкурентоспособности, необходимо обеспечить восприимчивость российскими предприятиями мировых научно-технических тенденций развития экономики. Эта восприимчивость достигается путем создания и интеграции в деятельность предприятия инновационных разработок, включая продуктовые, процессные, ресурсные, организационно-управленческие и другие виды инноваций [3]. Разработка и интеграция в деятельность российских предприятий различных видов инноваций представляет собой разновидность проектов, имеющих модернизационную направленность.

В рамках таких проектов реализуется совокупность различных процессов, что обуславливает использование концепции управления бизнес-процессами (**Business Process Management – BPM-концепции**). Для эффективной реализации подобной концепции предприятию необходимо сформировать соответствующую информационную среду, охватывающую совокупность программных приложений. Эти приложения позволят на различных стадиях и этапах управлять процессами реализации проекта инновационной модернизации предприятия, включая автоматизацию различных расчетов с целью выбора наилучшего варианта, а также осуществлять управление отклонениями, возникающими в ходе реализации проекта.

Применительно к деятельности предприятий машиностроительного кластера Республики Татарстан авторами разработаны научно-методические рекомендации формирования цифровой среды, позволяющей предприятиям кластера наилучшим образом осуществлять реализацию проектов инновационной модернизации. Созданные научно-методические рекомендации апробированы в деятельности набережночелнинского литейно-механического завода на примере решения задачи инновационной модернизации механообрабатывающего производства. Подобная модернизация позволила обеспечить выпуск комплектующих для предприятий сферы автомобилестроения, включая предприятия ПАО «КАМАЗ» и «КОРИБ». Рассматриваемый в настоящей статье проект инновационной модернизации механообрабатывающего производства был реализован в рамках внешнеэкономической деятельности НЛМЗ «Магнолия» в рамках российско-китайского проекта «Экономический пояс шелкового пути».

Разработке программных приложений для автоматизации процесса выбора наилучшего варианта инновационной модернизации предприятия предшествовало создание совокупности математических моделей, описывающих жизненный цикл проекта. Эта совокупность охватывала:

- модели создания на основе теории очередей роботизированных звеньев;
- модель формирования на основе алгоритма Джонсона производственной программы роботизированных звеньев.

Использование алгоритма Джонсона позволило оптимизировать соотношение между объемами выпуска продукции и затратами времени на переналадку оборудования роботизированных звеньев;

- сетевую модель и расписание реализации проекта.

Расчет параметров модели включал определение ранних и поздних сроков свершения событий и выполнения работ, а также резервы времени работ и событий. Построение расписания отражало моменты времени начала и окончания выполнения работ проекта;

- модели оценки на основе критериев Вальда, Сэвиджа и Гурвица рисков проекта.

Для проекта инновационной модернизации механообрабатывающего производства НЛМЗ «Магнолия» были разработаны стратегии риск-менеджмента, включая технологическую стратегию, направленную на повышение уровня автоматизации бизнес-процессов, в том числе их информатизацию; сервисную стратегию, предполагающую совершенствование стратегии маркетинга и внедрение CRM-систем; инновационную стратегию, предусматривающую дальнейшее расширение инновационной деятельности предприятия; логистическую стратегию, связанную с повышением уровня информатизации логистических бизнес-процессов на основе использования SCM-систем; «интеллектуальную» стратегию, нацеленную на реализацию воздействий на человеческий капитал путем совершенствования процессов обучения, мотивации и стимулирования персонала.

Была предложена иерархическая схема оценки стратегий риск-менеджмента. Вначале использовался критерий Вальда, в основе которого лежит «принцип гарантированного результата» [2]. Этот критерий дает возможность определить оптимальный вариант стратегии с позиции выигрыша. В ситуации, когда несколько вариантов стратегий риск-менеджмента обеспечивают равные значения критерия Вальда, для выбора наилучшей стратегии привлекается критерий Сэвиджа [2]. Этот критерий ориентирован на оценку экономических последствий риска. Если критерий Сэвиджа не дает однозначного результата, то рекомендуется использовать критерий Гурвица, учитывающего при оценке уровень пессимизма. В этом случае наилучшая стратегия риск-менеджмента выбирается путем изменения «уровень пессимизма» в заранее заданных пределах.

- модели выявления на основе использования методов критического пути и освоенного объема отклонений фактических результатов от целей проекта, включая перерасход или экономию бюджета, а также отставание или опережение сроков выполнения проекта.

Метод критического пути ориентирован на использование вероятностных характеристик дуг и вершин графа выполнения проекта. При этом использовалось нормальное (Гауссовское) распределение вероятностей.

- интегральную модель оценки эффективности проекта.

Модель расчета эффективности проекта инновационной модернизации охватывала пять групп переменных, а также ограничения на эти переменные. В качестве этих групп рассматривались продукция (номенклатура, состав продукции, возможная цена и объемы реализации), технологии (количество технологических операций, продолжительность и структура каждой операции), основное оборудование (количество, структура парка, фонд времени и коэффициент загрузки), робототехника

(планируемые и фактические коэффициенты загрузки, время обслуживания основного оборудования), производственные площади (имеющаяся и необходимая площадь) и инвестиции (суммарный объем инвестиций и их распределение по шагам проекта, структура инвестиций по направлениям вложения средств и по финансовым инструментам покрытия затрат).

Созданное программное обеспечение проекта инновационной модернизации механообрабатывающего производства НЛМЗ «Магнолия» ориентировано на реализацию алгоритма, охватывающего следующую последовательность шагов:

**Шаг 1.** Анализ структуры парка оборудования.

По результатам анализа часть оборудования (морально и физически устаревшее оборудование) было реализовано путем продажи или сдачи в аренду. Полученная выручка учитывалась как дезинвестиции проекта и рассматривалась, как источник покрытия будущих инвестиций в проект инновационной модернизации. Недостающая часть оборудования приобреталась путем покупки или использования финансового лизинга. Приобретение оборудования рассматривалось, как инвестиции в проект инновационной модернизации.

**Шаг 2.** Разбиение с использованием теории очередей сформированного парка на роботизированные звенья.

Сформированная совокупность роботизированных звеньев объединяется в роботизированную производственную систему. При этом устанавливается число промышленных роботов, необходимых предприятию для реализации проекта инновационной модернизации. Процесс создания роботизированных звеньев применительно к деятельности высокотехнологичного предприятия подробно рассмотрен нами в работе [1].

**Шаг 3.** Формирование на основе использования алгоритма Джонсона оптимальной производственной программы роботизированных звеньев  
Оптимальная программа обеспечивает НЛМЗ «Магнолия» максимизацию объемов выпуска продукции при минимальных затратах времени на переналадку оборудования [4].

**Шаг 4.** Определение объема инвестиций и дезинвестиций в проект модернизации механообрабатывающего производства НЛМЗ «Магнолия».

Суммарный объем инвестиций (с учетом возможных дезинвестиций) в проект модернизации механообрабатывающего производства НЛМЗ «Магнолия» включает в себя:

- инвестиции в разработку или приобретение продуктовых и процессных инноваций;
- инвестиции и дезинвестиции в основное оборудование;
- инвестиции в робототехнику;
- инвестиции и дезинвестиции в производственные площади.

**Шаг 5.** Оценка эффективности проекта инновационной модернизации.

Для оценки эффективности инновационной модернизации использовался показатель чистого дисконтированного дохода, учитывающий дисконтированные детализированные величины, включая экономические результаты (чистую прибыль и амортизацию); текущие затраты, относимые на себестоимость производимой продукции, а также инвестиционные затраты, обеспечившие рост производственно-технологического потенциала механообрабатывающего производства НЛМЗ «Магнолия».

Для автоматизации выполняемых в рамках проекта шагов была разработана совокупность программных приложений, включая:

- создание роботизированных звеньев на основе использования теории очередей;
- формирование оптимальной производственной программы роботизированных звеньев в субсидиарной технологической среде;
- оценку рисков и выбор наилучшей стратегии риск-менеджмента на основе использования критериев Вальда, Сэвиджа и Гурвица;
- оценку эффективности проекта инновационной модернизации.

Для решения задач автоматизации проекта инновационной модернизации использован высокоуровневый язык программирования общего назначения Python [1]. Использование этого языка дает возможность созданным программным продуктам функционировать на разных платформах, включая Windows, Linux, MacOS и т. д. Необходимым условием запуска программных продуктов является наличие консоли. В процессе реализации программного кода в каждом программном приложении был создан ряд функций, которые отвечают за сбор, формализацию данных, их обработку и последующий вывод в консоль. Для удобства ввода значений программный продукт реализует поэтапный диалог с пользователем. В настоящее время авторским коллективом получены три авторских свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Баранов М.В., Молева М.М. Информационная поддержка проекта модернизации в условиях цифровой трансформации предприятия // В кн.: Лучшая научно-исследовательская работа / Сборник статей I Международного научно-исследовательского конкурса. Самара: НИЦ «Поволжская научная корпорация» – 2023. – с. 149 – 158.

2. Бояркова, Т. Д. Управление проектами в условиях риска / Т. Д. Бояркова // Риск-ориентированное управление: Сборник статей / Под ред. А.А. Шестемирова, М.В. Ефимовой. – М.: Изд. «КноРус», 2020. – С. 292-299.

Основы управления проектами / А. В. Аверин, В. В. Жидиков, И. В. Корнева [и др.]; Под ред. С.А. Полевого. – М.: Изд. «КноРус», 2020. – 258 с.

3. Туккель И.Л., Сурина А.В., Культин Н.Б. Управление инновационными проектами. СПб.: БХВ-Петербург, 2011. -416 с.

4. Хлынин Э.В. Основные этапы формирования рациональной производственной программы предприятия // Известия Тульского государственного университета. – 2018. - № 1-1. – с. 105-115

УДК 519.6; 519.7

*Богачева Д.Н., Гребенюк Г.Г., Калянов Г.Н., Ковалёв С.П.,  
Лукинова О.В., Рошин А.А., Серeda Л.А.*

*Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, Москва*

### **ВЛИЯНИЕ ОШИБОК БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ИНЖЕНЕРНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ**

Рассматриваются типичные ошибки в бизнес-процессах современного предприятия, связанные с информационными ресурсами и возникающие при некорректном построении последовательности бизнес-операций. Исследуется влияние ошибок в бизнес-процессах на работоспособность инженерной инфраструктуры. Комплексность проблемы потребовала создание интегрированной модели бизнес-процессов и моделей технического объекта, рассматриваются принципы создания и особенности представленной модели.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** инженерная инфраструктура, инженерная сетевая система, бизнес-процесс, динамический анализ, статический анализ, ошибка в потоках данных.



## **Введение**

Инженерная инфраструктура (ИНИ) представляет собой комплекс следующих составляющих:

Список:

- 1) Объект управления (ОУ): инженерная сетевая система (ИСС) – электрическая, тепловая, дорожная и др., посредством которой обеспечивается поставка потребителям основного ресурса.
- 2) Субъектом управления (СУ) является ресурсоснабжающая организация (РСО), обеспечивающая эксплуатацию ИСС таким образом, чтобы ей осуществлялась бесперебойная поставка основного ресурса потребителю.

Основная цель управления ИНИ, которая должна быть реализована бизнес-процессами (БП) РСО на стадии эксплуатации ИСС – эффективная поставка ресурса потребителю. Основной стратегией, реализующей поставленную цель в рамках данной работы, является обеспечение высокой готовности ОУ. Это означает, что в случае отказа какого-либо компонента ИСС за счет безошибочно выстроенного управленческого процесса СУ гарантируется восстановление ее работоспособности в заданный период времени и на требуемом уровне.

Спецификой данной работы является тот факт, что задача управления ИНИ может быть решена на основе интеграции моделей ОУ и моделей управляющего бизнес-процесса.

В данной работе авторы руководствуются терминами и определениями в области надежности [1]. Появление ошибки в БП может различным образом влиять на работоспособность ИНИ, которая определяется как состояние объекта, при котором он способен выполнять заданные функции, сохраняя значения основных параметров в пределах, установленных нормативно-технической документацией. К ним могут относиться показатели качества продукции, производительности, материальных и стоимостных затрат на изготовление продукции. Например, для объекта электроэнергетики такими параметрами являются частота электрического тока, напряжение на шинах источников питания и узлов нагрузки и степень удовлетворения потребности потребителей в электрической энергии.

Отметим, что наиболее типичными для бизнес-процессов современного предприятия (включая РСО) являются ошибки, связанные с информационными ресурсами (ошибки в потоках данных) и возникающие при некорректном построении последовательности бизнес-операций. Эти типы ошибок не всегда выявляются при тестировании и поэтому могут влиять на работоспособность физической системы (ИСС).

Практически отсутствуют исследования взаимосвязи ошибок бизнес-процессов и процессов в физических системах, подходы к оценкам возникающих негативных последствий. В то же время эти последствия могут быть сравнимы с ущербом от хакерских атак на киберфизические системы, к которым относится и ИНИ. Благодаря специфике взаимодействий бизнес-процессов с объектом управления исследования в данной области отличаются новизной и представляют самостоятельный интерес для изучения.

## **1. Интегрированная модель объекта и бизнес-процесса**

На рис. 1 приведена схема взаимосвязи моделей предметной области, включающей в себя инженерную сетевую систему в качестве объекта управления и ресурсоснабжающую организацию (РСО) в качестве управляющей системы.

Моделирование предметной области включает два этапа – построение концептуальных и логических моделей, соответственно. На концептуальном уровне строится функциональная модель процессов PCO с использованием одного из наиболее популярных языков визуального моделирования IDEF0 или DFD [2], а также онтология предметной области [3]. На логическом уровне строятся три компоненты интегрированной модели, служащей основой для анализа и верификации процессов управления ИСС: графовая (функциональная) модель бизнес-процессов [2], информационная модель предметной области с использованием диаграмм «сущность-связь» (ER-модель) [2], а также графовая модель инженерной сетевой системы [4].

Предлагаемая функциональная модель бизнес-процесса описывается на языке смешанных графов, является многоуровневой и включает в себя 3 взаимоувязанные компоненты: организационно-штатную структуру PCO, собственно модель бизнес-процесса, а также данные об обеспечивающих ресурсах различного вида (материальные, людские и т.п.). В качестве входной информации при построении графа используется модель бизнес-процессов PCO в виде иерархии DFD-диаграмм или IDEF0-диаграмм (при этом нет ограничений на использование какого-либо другого языка визуального функционального моделирования). На основании разработанных алгоритмов производится трансляция диаграмм в прототип графа и доработка этого прототипа вручную. При этом транслятор осуществляет преобразование иерархической модели в одноуровневый граф. Ручная доработка графа заключается в идентификации участков, которые могут выполняться параллельно, идентификации возможных вариантов продолжения (т.е. выбора бизнес-функции и указания ее возможных последователей) и т.п.

Информационная модель бизнес-процесса представляет собой диаграмму «сущность-связь» в нотации Баркера, сущности которой соответствуют объектам ИСС. Для ее построения и приведения к Третьей нормальной форме (3НФ) могут использоваться известные алгоритмы выделения сущностей предметной области из функциональной модели процесса (в частности, из DFD-диаграмм).

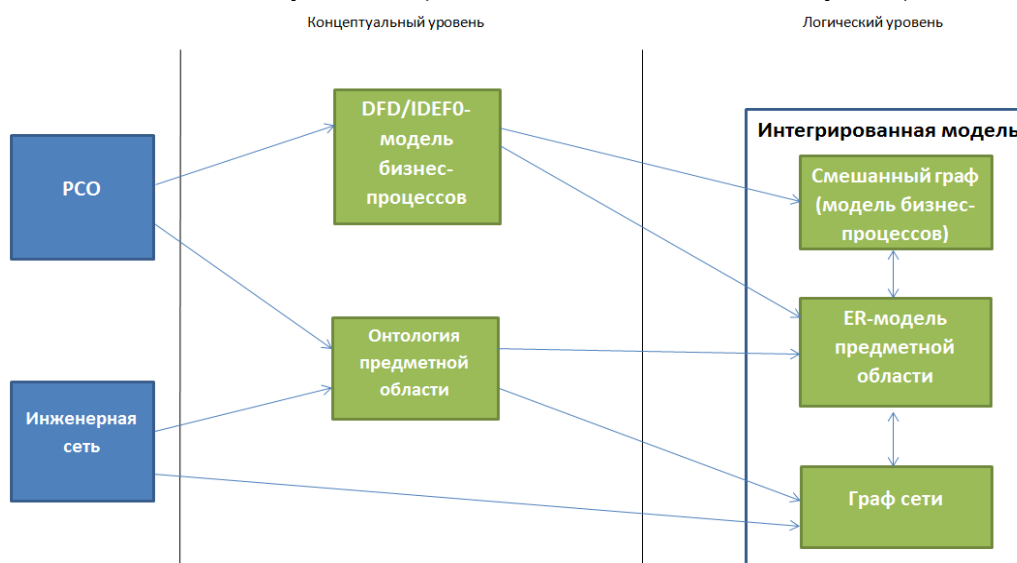


Рис. 1 – Взаимосвязи моделей предметной области

Графовая модель инженерной сетевой системы описывает ее объекты и связи между ними (структуру системы) [4]. Следует отметить, что вершинами графа являются как точечные объекты сети (электростанции, подстанции, колодцы и др.), так и протяженные (участки трубопроводов, линий электропередачи и т.п.). Ребра графа отображают только соединения этих объектов между собой.

## **2. Методы анализа и верификации интегрированной модели**

Наиболее типичными для бизнес-процессов современного предприятия ошибками являются те, которые связаны с информационными ресурсами (ошибки в потоках данных) и возникают при некорректном построении последовательности бизнес-операций (создание, присваивание значений (определение), использование, определение прав доступа, архивирование, уничтожение, регистрация, ознакомление, редактирование, утверждение (визирование), согласование, публикация для всеобщего доступа, передача на исполнение, привязка к другим информационным объектам). Специфика данных ошибок для бизнес-процесса обуславливается наличием регламентов доступа к атрибутам ИО, запрещающих или ограничивающих доступ при выполнении ряда бизнес-операций. Так, например, такой атрибут сотрудника как его зарплата на ряде предприятий доступен только руководству и сотрудникам бухгалтерии.

Для обнаружения ошибок в потоках данных предлагается использование комплекса методов верификации процессов управления [4, 5], а именно:

- метод генерации множества тестовых маршрутов (вариантов процесса управления), в совокупности гарантирующих обнаружение ошибок в потоках данных, а также позволяющих обнаруживать ошибки, выявление которых осуществляется известными методами тестирования, базирующимися на покрытии графа процесса;
- метод статического анализа процессов управления, позволяющий обнаруживать различные типы «грубых» ошибок при исследовании графа процесса;
- метод динамического анализа вариантов процесса управления, позволяющий обнаруживать различные типы «тонких» ошибок при исследовании графа процесса.

## **3. Влияние ошибок бизнес-процессов на работоспособность инженерной инфраструктуры**

На рис. 2 приведена схема поиска и обработки ошибок в бизнес-процессах. Для анализа последствий ошибок БП (изменения работоспособности инженерной инфраструктуры) необходимо расширить представленный выше комплекс моделей, добавив модель склада обеспечивающих ресурсов и логико-дифференциальную модель технологических процессов. Таким образом, для решения данной задачи используются две основных модели: модель инженерной сетевой системы (модель ИСС) и модель бизнес-процесса РСО (модель БП). При этом в модель инженерной сетевой системы входит граф сетевой системы, модель склада и логико-дифференциальная модель технологических процессов, протекающих в объектах сети.

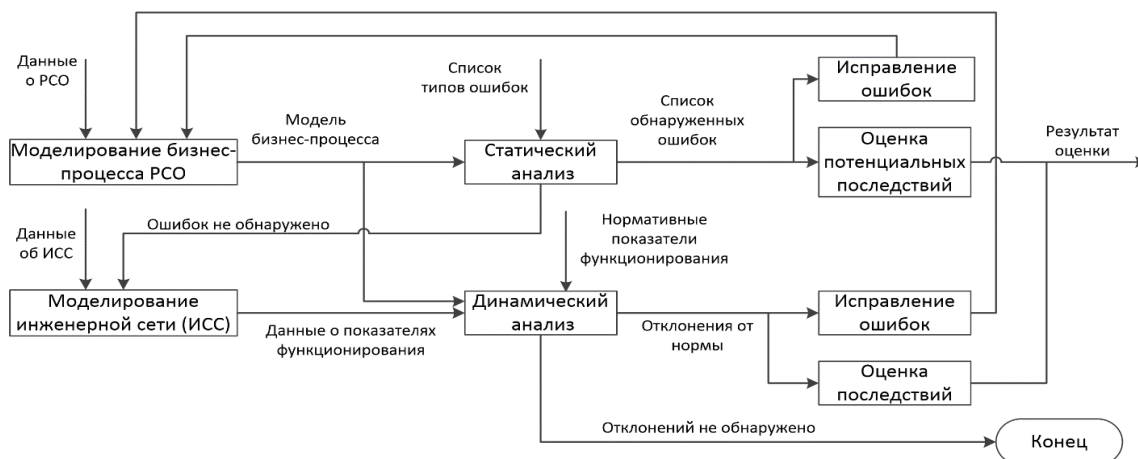


Рис. 2 – Схема поиска и обработки ошибок в бизнес-процессах

Для корректной работы инженерной инфраструктуры необходимо проверить модель БП на наличие статических и динамических ошибок в БП.

На первом этапе проводится моделирование бизнес-процесса в виде смешанного графа, строится множество маршрутов на этом графе, в совокупности обеспечивающих обнаружение ошибок в потоках данных. Для этого на вход блока моделирования БП поступают данные о структуре и деятельности PCO. Затем выполняется статический анализ потоков данных, для которого блок моделирования БП предоставляет данные об операциях (множество маршрутов тестирования). Если статическая ошибка найдена, то она исправляется путем модификации модели БП. Исправленная модель БП снова подвергается статическому анализу. Статические ошибки в потоках данных могут оказывать влияние на любой объект сети.

Если на этапе статического анализа ошибок не обнаружено, то выполняется динамический анализ. В отличие от статического анализа, при динамическом анализе используются модели ИСС. При этом блок моделирования ИСС отправляет основные показатели функционирования в блок динамического анализа для их сравнения с нормативными показателями. Обнаруженное расхождение сигнализирует о наличии динамических ошибок в БП. Если динамическая ошибка обнаружена, то она исправляется путем модификации модели БП. После модификации БП необходимо повторное проведение статического анализа. Динамические ошибки оказывают влияние на определенные подмножества объектов сети.

Если динамических ошибок не обнаружено, то анализ БП завершается.

И на этапе статического, и на этапе динамического анализа выполняется оценка последствий обнаруженных ошибок. Размер последствий может учитываться при принятии решения о модификации БП PCO для исправления найденной ошибки т.к. модификация БП может быть связана с дополнительными затратами (наем персонала, закупка оборудования и т.д.).

Примеры статических и динамических ошибок и их возможные последствия приведены в таблице 1.

Таблица 1. Ошибки бизнес-процесса и их последствия

Пример ошибки	Тип ошибки	Последствия
Отсутствие в БП операции по ТО объекта, входящего в состав системы	Статическая	Задержка ТО и прямая возможность отказа, снижение эффективности функционирования ниже допустимого уровня
Отсутствие в БП операции для аварийного ремонта объекта, входящего в состав системы	Статическая	Прямая задержка ремонта объекта
Отсутствие в БП операции пополнения запасов на складе	Статическая	Задержка ТО и прямая возможность отказа и снижения эффективности функционирования
Отсутствие данных об одном из основных параметров, определяющих работоспособность и режим работы	Статическая	Прямая задержка ремонта объекта, возможность снижения эффективности
Нехватка запасов какого-то изделия на складе (например, вследствие большей регламентированной интенсивности отказов)	Динамическая	Задержка ремонта, возможность снижения эффективности
Нехватка ресурсов (людских, технических, инструментальных) для выполнения ремонтных работ (например, вследствие большей регламентированной интенсивности отказов)	Динамическая	Потенциальная возможность аварии при отказе с задержкой восстановления, возможность снижения эффективности

Из таблицы 1 видно, что основные последствия связаны с прямыми или потенциальными (при определенных условиях) возможностями перехода из работоспособного в частично работоспособное или частично неработоспособное состояние.

Как сказано во Введении, объект может иметь 4 состояния (не считая предельного): работоспособное, частично работоспособное, частично неработоспособное, не работоспособное. Три первых состояния отличаются уровнем эффективности функционирования системы, соответственно, максимально возможным (высокий), выше допускаемого (средний), ниже допускаемого (низкий).

Таким образом, уровень эффективности функционирования системы может быть принят в качестве оценки последствий ошибок БП. Часто ущерб из-за отказов и снижения работоспособности описывается сокращением выпуска продукции и объема услуг, предоставляемых системой. В этом случае считается, что сокращение выпуска вызывается снижением производительности системы, в том числе вследствие ошибки БП.

Для оценки сокращения выпуска продукции и объема услуг используем такой показатель, как время восстановления – время, затрачиваемое непосредственно на выполнение операций по восстановлению объекта [1]. Ошибка в БП, вызывающая

запаздывание времени начала восстановления (времени до восстановления), которое определяется временем от момента отказа до восстановления работоспособного состояния объекта, приводит к недовыпуску продукции или услуг системой на интервале времени, определяемым этим запаздыванием. Объем потерь определяется интегралом от потери производительности за период, равный запаздыванию.

В случае, если ошибка в БП вызывает прямой переход в частично работоспособное или частично неработоспособное состояние, то ущерб из-за недовыпуска продукции или услуг системой, определяется интегралом от потери производительности за период, равный времени восстановления.

### **Заключение**

Инженерная инфраструктура является сложной организационно-технической системой. Основные направления исследований в области неработоспособности сложных инженерных сетевых систем связаны с поиском критических элементов (уязвимостей), оценкой взаимовлияния объектов и процессов с использованием модели экономического баланса, анализом и оценкой устойчивости к деструктивным воздействиям внутренней и внешней природы и др. Взаимовлияние организационной и физической компонент исследуется при анализе устойчивости в части управления финансами, ремонтными средствами и др. в периоды предотвращения последствий за счет повышения надежности и восстановления системы после деградации с целью минимизации стоимости и сроков ремонта.

Проведенное исследование показывает важность анализа влияния бизнес-процессов и управляемой ими физической системы в процессе текущей эксплуатации. Показано, что негативные последствия этого влияния могут проявляться в результате ошибок в БП или в данных, поступающих из физической системы, и выражаться в нарушении работоспособности системы, снижении эффективности производства продукции и услуг.

### **ЛИТЕРАТУРА:**

1. ГОСТ Р 27.102-2021 “Надежность в технике. Надежность объекта. Термины и определения” – М.: Стандартинформ, 2021. – 46 с.
2. Блюмин А.М., Калянов Г.Н. Проектирование информационных систем. – М.: Горячая линия – Телеком, 2022. – 361 с.
3. Гребенюк Г.Г., Калянов Г.Н., Ковалёв С.П., Крыгин А.А., Лукинова О.В., Никишов С.М. Модели и методы управления технологической инфраструктурой на базе цифровых двойников // Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD’2021): труды XIV международной конференции – М.: ИПУ РАН, 2021. – С. 834–845.
4. Гребенюк Г.Г., Калянов Г.Н., Ковалёв С.П., Лукинова О.В., Рощин А.А., Середа Л.А. Особенности управления инженерной инфраструктурой на основе интегрированной модели объектов и бизнес-процессов // Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD’2023): труды XVI международной конференции – М.: ИПУ РАН, 2023 (в печати).
5. Калянов Г.Н. Теория бизнес-процессов. - М.: Горячая линия – Телеком, 2023. – 296 с.

*Болотов С.В., Захарченков К.В., Толпыго Н.А., Потехин В.В., Селиванова Е.Н.*

*1.Кандидат технических наук, доцент, декан электротехнического факультета Белорусско-Российского университета, г. Могилёв*

*2.Кандидат технических наук, доцент кафедры «Программное обеспечение информационных технологий» Белорусско-Российского университета, г. Могилёв*

*3.Аспирант Белорусско-Российского университета, г. Могилёв*

*4.Кандидат технических наук, доцент, доцент Высшей школы управления киберфизическими системами, Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург*

*5.Ведущий программист Высшей школы управления киберфизическими системами, Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург*

## **ЦИФРОВИЗАЦИЯ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

Разработана автоматизированная система регистрации сварочных процессов, позволяющая цифровизировать сварочное производство промышленного предприятия. Представлены задачи и функции автоматизированной системы. Приведено описание программной и аппаратной части системы.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** Автоматизированная система, сварка, контроль, регистратор, сварочные процессы

Сварка является основным технологическим процессом на большинстве промышленных предприятий. Обеспечение качества сварных соединений является главной задачей таких производств, которое гарантируется только при непрерывном контроле сварочного производства с помощью современных программно-аппаратных средств.

Разработана автоматизированная система, которая обеспечивает выполнение следующих задач [1, 2]:

- автоматизация сбора, хранения, обработки и представления информации о параметрах сварочных процессов;
- автоматизация сбора, хранения, обработки и предоставления информации о состояниях сварочного оборудования за произвольный период времени в разрезе цехов / производственных участков / постов / рабочих мест;
- автоматизация сбора, хранения и предоставления информации об изготовлении изделий, узлов, деталей, швов (в том числе о браке) с возможностью формирования соответствующих отчетов за произвольный период времени в разрезе цехов / производственных участков / постов / рабочих мест;
- автоматизация оценки работы сварщиков;
- автоматизация импорта данных о сотрудниках и производственном плане.

Автоматизированная система обеспечивает выполнение следующих функций [3, 4]:

- импорт данных о сотрудниках и производственном плане из существующих информационных систем предприятия;
- добавление и редактирование данных о цехах, производственных участках, постах, рабочих местах, оборудовании;

- добавление и редактирование данных о составе изделий, деталей, узлов с указанием каждого шва, подлежащего контролю, для каждого изделия, узла, детали;
- добавление и редактирование данных о технологических инструкциях на каждый сварной шов каждого изделия, детали и узла. В инструкциях должны содержаться диапазоны допустимых значений параметров сварочных процессов для каждого сварочного прохода;
- формирование сменных заданий для каждого сварщика на основе импортированных планов производства и технологических инструкций;
- создание производственного календаря с возможностью формирования для каждого сварщика и сварочного аппарата индивидуального графика работы на основе общезаводского;
- выбор из базы данных необходимого задания по сварке (изделия, детали, узла, сварного шва) для каждого сварщика и требуемых к установке на сварочном аппарате режимов сварки;
- идентификация на Регистраторе, установленном на каждом сварочном аппарате, сварщика (исполнителя работ) и мастера (руководителя сварочных работ) по удостоверению с RFID меткой;
- регистрация с частотой не менее 10 кГц мгновенных значений сварочного тока и напряжения на дуге и контроль их соответствия нормативным значениям;
- определение Регистратором состояния сварочного аппарата, расчет времени ожидания, простоев и выполнения сварки с последующим указанием причин простоев;
- регистрация отклонений от нормативных параметров режимов сварки по результатам определения Регистратором средних значений сварочного тока и напряжения на дуге, сравнение их с заданными в инструкции на технологический процесс сварки допустимыми (минимальными и максимальными) значениями;
- выдачу звукового сигнала Регистратором и предупреждающих сообщений мастеру (руководителю сварочных работ) при выходе параметров режима сварки за нормативные пределы;
- сохранение данных о параметрах режима сварки (средние значения с частотой от 10 Гц) в энергонезависимую память и передача их на сервер для хранения по локальной сети;
- накопление данных о мониторинге работы сварочного оборудования в независимом блоке памяти регистратора (SD-карте) во время отсутствия связи с сервером с последующей передачей данных на сервер при восстановлении соединения;
- учет изготовления изделий, узлов, деталей, сварных швов с последующим экспортом данных в информационные системы производственного планирования и учета;
- составление паспорта на каждый сварной шов;
- формирование отчёта об отклонениях от нормативных параметров режимов сварки;
- формирование отчёта о выполненных швах и браке;



- формирование отчета о работе и простоях оборудования за период;
- формирование отчёта об эффективности использования сварочного оборудования.

Объекты мониторинга в автоматизированной системе могут быть разделены на следующие группы: «Производство», «Сотрудники», «Оборудование», «Технологические процессы сборки и сварки», «Задания».

Группа объектов автоматизированного учета «Производство» содержит:

- цеха, производственные участки, посты, рабочие места. Для перечисленных объектов автоматизированного учета необходимо хранить наименование и номер цеха, наименование и номер производственного участка, номер поста, номер рабочего места;
- изделия, узлы, детали, сварные швы, подлежащие проверке Управления контроля качества (УКК). Для перечисленных объектов необходимо хранить наименование и номер изделия, номер узла, номер детали, номер сварного шва, номер цеха, номер производственного участка, номер рабочего места, номер и наименование технологического процесса, на основании которой изготавливается изделие.

Группа объектов автоматизированного учета «Сотрудники» содержит:

- сварщики (необходимо хранить RFID-метку сварщика, фамилию, имя, отчество, цех, производственный участок, рабочее место, закрепленное сварочное оборудование);
- сварщики (необходимо хранить RFID-метку сварщика, фамилию, имя, отчество, цех, производственный участок, рабочее место, закрепленное сварочное оборудование);
- руководители сварочных работ (мастера, начальники участков) (необходимо хранить RFID-метку руководителя, фамилию, имя, отчество, цех, производственный участок, закрепленное сварочное оборудование);
- контролеры управления контроля качества (необходимо хранить RFID-метку контролера, фамилию, имя, отчество, цех, производственный участок).

Группа объектов автоматизированного учета «Оборудование» содержит:

- сварочное оборудование (необходимо хранить RFID-метку оборудования, наименование, маркировка, заводской (инвентарный) номер, дату ввода в эксплуатацию, габариты, номер группы оборудования, наименование изготовителя, дату очередной аттестации, фамилию, имя, отчество ответственного, процесс (способ) сварки, напряжение холостого хода, допустимые диапазоны сварочного тока и напряжения на дуге (min и max), продолжительность включения (нагрузки), номер поста, на котором находится оборудование);
- простои оборудования (необходимо хранить RFID-метку оборудования, время изменения состояния, текущее состояние, причину простоя).

Группа объектов автоматизированного учета «Технологические процессы сборки и сварки» содержит:

- технологические процессы сборки и сварки (номер технологического процесса, наименование, ссылку на PDF-файл в PDM-системе, изделие, сборочные узлы, детали, швы, диапазоны допустимых значений контролируемых параметров (сварочный ток, напряжение на дуге), размеры шва, количество проходов) для каждого узла, детали, шва;

Группа объектов автоматизированного учета «Задания» содержит:

- сменные задания на сварку (необходимо хранить номер задания, ФИО Исполнителя, ФИО руководителя сварочных работ, ФИО контролера);
- сварные швы деталей, узлов и изделий, подлежащие проверке УКК (необходимо хранить номер шва, номер детали, узла или изделия (при наличии), наименование, номер и наименование технологической инструкции, на основании которой выполняется сварка, номер и наименование технологического процесса);
- данные об изготовленных изделиях, узлах, деталях, сварных швах, принятых и забракованных контролерами;
- номер текущего слоя, температура предварительного нагрева, усредненные значения сварочного тока и напряжения на дуге.

Аппаратная часть системы (рис. 1) включает следующие три основных блока [4, 5]:

- Основной блок регистратора. Обеспечивает идентификацию сварщиков с использованием RFID-меток, получение из программной части системы сменных заданий, определенных мастером для каждого сварщика, выбор сварщиком заданий для исполнения, регистрацию и усреднение значений параметров сварки, полученных с блока датчиков, с последующей передачей в программную часть системы;

- Пульт сварщика. Пульт сварщика располагается в месте проведения сварочных работ и связан с основным блоком по радиоканалу или Wi-Fi. На передней панели пульта расположен ЖКИ индикатор, кнопки, разъем для подключения термопары. Пульт сварщика предназначен для дистанционного переключения сварочных швов (слоёв), звукового оповещения сварщика о выходе параметров режима за установленные пределы, контроля температуры предварительного подогрева.

- Блок датчиков. Располагается рядом с выходными зажимами сварочной цепи источника питания. Обеспечивает регистрацию параметров процесса сварки с частотой не менее 10 кГц. До передачи в программную часть системы значения параметров сварочного процесса усредняются по 1000 точек в основном блоке регистратора.



Рис. 1 – Аппаратная часть автоматизированной системы: 1- основной блок регистратора; 2- пульт сварщика; 3 – блок датчиков

Программная часть автоматизированной системы включает следующие основные модули [5].

- Автоматизированное рабочее место (АРМ) администратора системы;
- АРМ сотрудника Управления главного технолога;
- АРМ начальника цеха;
- АРМ мастера;
- АРМ сварщика;
- АРМ контролера;
- АРМ руководителей завода.

Автоматизированная система позволяет выполнить цифровизацию сварочного производства промышленного предприятия. Контроль сварочных процессов, оборудования и сварщиков обеспечивает высокое качество сварных соединений, документальное его подтверждение.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Болотов, С.В. Концепция создания информационных систем автоматического контроля работы сварщиков / С.В. Болотов, К.В. Захарченков, В.А. Фурманов, Е.В. Макаров, Н.К. Бобков // Интегрированные модели и мягкие вычисления в искусственном интеллекте. Сборник научных трудов XI Международной научно-практической конференции (ИММВ-2022, Коломна, 16-19 мая 2022 г.). В 2-х томах. Т2. – М.: РАИИ, 2022. – С. 257-268.
2. Intelligent welding control system / Bolotov, S.V., Zakharchenkov, K.V., Makarov, E., Furmanov, V. // CEUR Workshop Proceedings, 2021, 2965, P. 260–267.
3. [Киберфизическая система для интеллектуального контроля и управления микроклиматом/](#) Болотов С.В., Сиваков Л.Ю., Захарченков К.В., Потехин В.В. В сборнике: Цифровые технологии в развитии современных экономических систем. Материалы всероссийской научно-исследовательской конференции. Липецк, 2023. С. 345-348.
4. Болотов, С.В. Технология дистанционного контроля и регистрации сварочных процессов / С.В. Болотов, К.В. Захарченков, Н.К. Бобков // Современные методы и приборы контроля качества и диагностики состояния объектов: сб. ст. 8-й Междунар. науч.-техн. конф. / Беларус.-Рос. ун-т; редкол.: М.Е. Лустенков (гл. ред.) [и др.]. – Могилёв, 2022. – С. 42-48.
5. Болотов, С. В. Автоматизированная система контроля качества дуговой сварки / С. В. Болотов, К. В. Захарченков, В. П. Куликов // Вестник Белорусско-Российского университета. – 2023. – № 3 (80). – С. 144–152.

УДК 004.62

**Борисовская А. А.**  
*ассистент кафедры Прикладной информатики и информационной безопасности  
 Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова  
 borisovsk0101@gmail.com*

### **ВОЗМОЖНОСТИ ОБНАРУЖЕНИЯ И ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ НАГРУЗОЧНЫХ СЕТЕВЫХ АТАК МЕТОДОМ МОНИТОРИНГА СЕТЕВОГО ИНТЕРФЕЙСА**

Целью данного исследования является проведение сравнительного анализа существующих методов мониторинга сетевого интерфейса и фильтрации вредоносного сетевого трафика для обеспечения доступности сервера в условиях сетевой атаки.

Актуальность задачи обеспечения сетевой безопасности в целях сохранения работоспособности системы и конфиденциальности личных данных и действий пользователя обусловлена постоянным ростом интенсивности и разнообразия атак на серверы в глобальной сети.

В результате произведенного анализа обоснован выбор метода мониторинга сетевого интерфейса на основе фреймворка ядра Linux Netfilter.

Следующим этапом был анализ методов классификации зашифрованного трафика с использованием глубоких нейронных сетей. В результате сравнительного анализа было решено использовать многослойную нейронную сеть с долгой краткосрочной памятью (LSTM) в качестве классификатора трафика DDoS-атаки.

С помощью метода кросс-валидации были определены оптимальные параметры для нейронной сети, такие как количество слоев и количество нейронов на каждом слое. Также были учтены ограничения классификатора при выборе формата входных данных. Было обнаружено, что подача необработанных потоков пакетов, разделенных на сессии, на вход классификатора повышает точность классификации приложений.

В результате экспериментов было показано, что построенный классификатор обладает высокой точностью отделения вредоносного сетевого трафика от легитимного.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** Сетевая атака, глубокое обучение, LSTM, Netfilter, модуль ядра, мониторинг сетевого трафика.

## **Введение**

В данной работе рассматривается метод сохранения доступности сервера во время нагрузочных сетевых атак. Объектом исследования были выбраны атаки типа DDoS TCP SYN Flood, поскольку они составляют большую долю от всех производимых в настоящее время сетевых атак.

В ходе DDoS TCP SYN Flood атаки одновременно инициируется множество соединений с сервером и его очередь переполняется, сервер перестает отвечать на запросы пользователей. Из этого следует основная задача данной работы - сохранить сервер доступным для легитимных пользователей во время атаки.

## **Описание метода**

В данном разделе приводится описание этапов предлагаемого метода сохранения доступности сервера во время DDoS-атаки, а именно:

- Метод мониторинга трафика на сетевом интерфейсе и передачи сетевых пакетов в пользовательское пространство;
- Метод обнаружения и классификации всплеска трафика как сетевой атаки;
- Метод анализа трафика с целью отделения вредоносного от легитимного и формирования правил фильтрации;
- Применение правил фильтрации на сетевом фильтре для обеспечения доступности сервера для легитимных клиентов.

Предлагаемый метод сохранения доступности сервера во время DDoS-атаки состоит из четырех основных этапов, реализованных в виде следующих программных модулей (рис. 1):

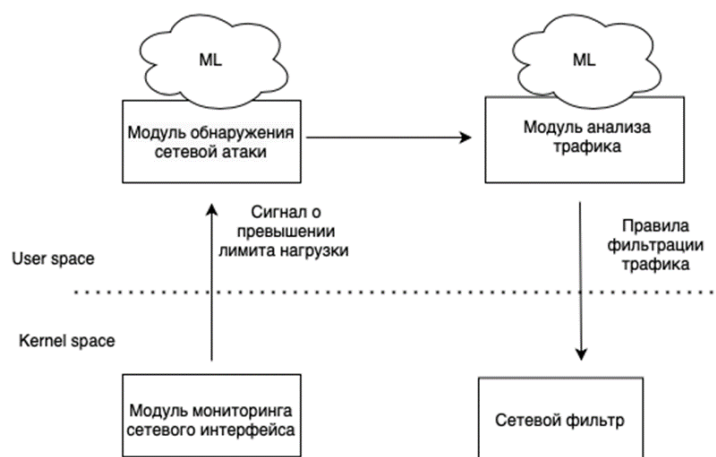


Рисунок 1. Схема метода сохранения доступности сервера во время сетевой атаки

### Мониторинг сетевого трафика

В целях своевременного обнаружения DDoS-атаки на сервер необходимо проводить мониторинг входящих сетевых пакетов [1].

Следовательно, возникает необходимость в средстве автоматического обнаружения признаков атаки и предотвращения ее влияния на доступность сервера.

Примем, что наиболее вероятным признаком DDoS-атаки, в нашем случае, SYN Flood-атаки, являются резкое, в течение десятков секунд, увеличение количества входящих SYN-пакетов и большое количество соединений в состоянии SYN\_RECEIVED.

Мониторинг сетевого интерфейса может быть реализован с помощью Netfilter - библиотеки ядра, предоставляющей свои функции в виде загружаемого модуля ядра для ОС Linux. Netfilter предоставляет механизм передачи пакетов из пространства ядра для постановки в очередь в пользовательское пространство. Затем ядро может вновь получить эти пакеты с вердиктом, указывающим дальнейшую стратегию их обработки (например, ACCEPT или DROP) [2].

В нашем случае модуль мониторинга сетевого интерфейса должен передать модулю обнаружения сетевой атаки сигнал о превышении лимита подключений к серверу с тем, чтобы данный модуль установил с достаточной вероятностью, вызван ли всплеск трафика сетевой атакой.

### Обнаружение и борьба с сетевой атакой

Сложность обнаружения DDoS-атаки связана с невозможностью определить, в результате чего возникла ситуация переполнения очереди запросов: в результате роста популярности сервиса и большого числа легитимных запросов к нему или в результате DDoS-атаки. Поэтому необходимо учитывать назначение системы и статистику обрабатываемых запросов.

Для ограничения воздействия DDoS-атаки на сервер (DDoS mitigation) в первую очередь необходимо воспользоваться некоторыми защитными механизмами, реализованными в операционной системе сервера [3, 4]. К ним относятся увеличение размера очереди соединений и уменьшение времени хранения незавершенных TCP-соединений в очереди подключений.

Однако, модификация параметров работы системы при приеме пакетов не решает проблемы защиты от сетевой атаки, а только «смягчает» ее действие на сервер [5], поэтому необходимы средства защиты от сетевых атак, позволяющие осуществлять идентификацию вредоносных DDoS-пакетов для дальнейшей их блокировки с целью сохранения доступности сервера для легитимных клиентов.

### **Классификация трафика**

Классификация пакетов на вредоносные или легитимные непосредственно в модуле мониторинга позволяет быстро выполнить классификацию трафика, но ее точность может быть недостаточной. Этот подход экономичен в плане вычислительных ресурсов и может быть применен непосредственно в ходе сетевой атаки.

Реализация классификации трафика в пользовательской программе может быть затратна в плане вычислительных ресурсов и неприменима во время интенсивной атаки, но позволяет наиболее точно характеризовать атаку и осуществить классификацию пакетов на вредоносные и легитимные.

В данной работе будем использовать модуль классификации трафика, реализованный в пространстве пользователя и использующий алгоритмы машинного обучения для отделения вредоносного трафика от легитимного и формирования правил фильтрации вредоносного трафика.

### **Классификация сетевого трафика методами машинного обучения**

В ходе анализа было выяснено, что группа методов на основе машинного обучения обладает лучшими показателями в сравнении с другими методами, например, статистическими.

Для применения данных методов необходимо выполнить сбор и предобработку данных, в контексте анализа сетевого трафика для обнаружения нагрузочных атак она включает несколько шагов:

1) Сбор данных: Для анализа сетевого трафика необходимо собрать данные, которые будут использоваться для обучения модели. Это может быть выполнено с помощью специальных инструментов, таких как снифферы пакетов или системы мониторинга сети.

2) Предварительная обработка данных: Полученные данные требуют предварительной обработки для удаления шума и подготовки к дальнейшему анализу. Этот шаг включает фильтрацию данных, удаление дубликатов, преобразование формата данных и другие операции очистки [6, 7].

3) Нормализация данных: Для обеспечения согласованности и сопоставимости признаков в данных необходимо провести их нормализацию. Это может включать стандартизацию значений признаков, масштабирование или приведение к определенному диапазону значений.

4) Функции извлечения признаков: Из сырых данных необходимо извлечь релевантные признаки, которые будут браться для обучения модели. Это может включать выделение статистических характеристик, временных шаблонов, частотных компонент и других свойств трафика.

5) Обработка пропущенных значений: В данных могут быть пропущенные значения, которые требуют специальной обработки. Это может включать

заполнение пропусков средними значениями, интерполяцию или удаление соответствующих записей.

6) Устранение дисбаланса классов: Если данные содержат неравномерное распределение классов (например, большинство нормального трафика и меньшее количество атак), необходимо применить методы для устранения дисбаланса классов, такие как случайное сэмплирование, аугментация данных или взвешивание классов.

7) Разделение на обучающую и тестовую выборки: Для оценки производительности модели необходимо разделить данные на обучающую и тестовую выборки. Обычно используется соотношение 70-30 или 80-20, где большая часть данных используется для обучения модели, оставшаяся часть - для ее проверки [8].

8) Валидация данных: При обработке данных необходимо проверить их качество и целостность. Это может включать проверку на наличие выбросов, аномалий или ошибок в данных.

### **Выбор признаков**

Выбор признаков является важным этапом при использовании алгоритмов машинного обучения для обнаружения нагрузочных атак в сетевом трафике. Правильный выбор релевантных признаков позволяет модели эффективно выявлять аномалии и отличать легитимный трафик от вредоносного.

При выборе признаков можно учитывать следующие аспекты:

1) Сетевые характеристики: Включение признаков, связанных с основными сетевыми характеристиками, такими как IP-адреса, порты, протоколы и длительность соединений. Эти признаки могут помочь выявить аномалии, связанные с необычными комбинациями или поведением сетевых узлов.

2) Трафиковые характеристики: Включение признаков, связанных с объемом трафика, частотой передачи данных, временными интервалами между пакетами и другими параметрами, которые могут указывать на аномальное поведение, например, необычно высокую или низкую интенсивность передачи данных [9].

3) Временные характеристики: Учет временных особенностей трафика, таких как дневные или недельные циклы активности, пиковые нагрузки и периоды неактивности. Эти признаки могут быть полезными для обнаружения аномалий, связанных с необычными временными шаблонами.

4) Дополнительные признаки: Рассмотрение других дополнительных признаков, таких как размер пакетов, типы протоколов, заголовки пакетов и содержимое данных [10]. Эти признаки могут предоставить дополнительную информацию о трафике и помочь выявить скрытые атаки.

Выбор конкретных признаков зависит от конкретной задачи обнаружения нагрузочных атак и доступных данных. Часто используется комбинация различных признаков для достижения наилучшей производительности модели. Также возможно применение методов отбора признаков, таких как анализ важности признаков или алгоритмы выбора признаков, чтобы автоматически определить наиболее значимые для обнаружения атак.

## **Выбор обучающей модели**

Сравнительный анализ методов глубокого обучения показал, что RNN и LSTM имеют лучшую точность классификации. LSTM с применением метода Dropout [11] для борьбы с переобучением показывает лучшие результаты на больших выборках.

Проведенный сравнительный анализ сверточных сетей (CNN) и LSTM показал, что LSTM демонстрирует немного более высокую точность классификации в случае работы с временными последовательностями, такими как сетевой трафик.

Таким образом, LSTM является предпочтительным методом для классификации временных последовательностей, таких как сетевой трафик, по сравнению с CNN или комбинацией CNN и LSTM [12].

Выбор данной модели классификации предполагает определенные ограничения на вектор признаков, которые описывают трафик. Вектор признаков должен содержать набор характеристик трафика, упорядоченных по времени. Другими словами, каждый элемент вектора соответствует вектору, описывающему характеристики отдельного пакета в потоке.

### **Исследование применения классификатора трафика**

Существуют два подхода преобразованию необработанных данных трафика для использования их в классификаторе.

Первый подход заключается в рассмотрении трафика как непрерывной последовательности байтов, то есть в виде одномерного массива фиксированной длины [13]. Если сессия или поток содержит больше байтов, чем может быть представлено в таком массиве, лишние данные обрезаются. Если же данных меньше, чем требуется, массив дополняется нулями.

Этот подход может быть использован для организации входных данных для одномерных и двумерных сверточных нейронных сетей.

Второй подход состоит в организации данных в виде массива пакетов. При этом исследователь выбирает фиксированный размер сессии в пакетах и фиксированный размер каждого пакета в сессии. Если сессия или поток содержит больше пакетов, чем может быть представлено в таком массиве, лишние данные обрезаются. Если же данных меньше, чем требуется, массив дополняется нулевыми пакетами. Такой подход широко используется для организации входных данных рекуррентных нейронных сетей (RNN), а также комбинации RNN и сверточных нейронных сетей [14]. Данные при этом представляются последовательностью пакетов во времени. Реже такой подход используется для двумерных сверточных нейронных сетей.

Второй подход наиболее соответствует особенностям LSTM, которая является нейронной сетью, специально разработанной для работы с временными последовательностями. В данном случае были выбраны значения 60 пакетов в сессии и 512 - размер одного пакета в качестве фиксированных значений.

При построении многослойной нейронной сети с долгой кратковременной памятью (LSTM) для повышения точности классификации можно использовать два подхода: увеличение глубины (добавление слоев) или увеличение ширины (увеличение числа нейронов на каждом слое).



Один из наиболее распространенных методов выбора параметров нейронной сети - это перекрестная проверка или кросс-валидация. При этом данные разбиваются на  $k$  частей, где  $k$  - количество фолдов [15]. Затем модель обучается на  $k-1$  частях данных и тестируется на оставшейся части. Эта процедура повторяется  $k$  раз, чтобы каждая часть данных была использована для тестирования.

В данной работе сначала была увеличена глубина нейронной сети, затем точность была регулирована путем увеличения ее ширины. Метод перекрестной проверки был использован для тестирования трех вариантов LSTM: двухслойной, трехслойной и четырехслойной.

По результатам анализа методом кросс-валидации выбрана многослойная нейронная сеть, первые четыре слоя которой – LSTM и три полносвязных слоя, последний из которых это – полносвязный с сигмоидальной функцией. Количество нейронов на каждом из скрытых слоев равно (1024, 1024, 512, 512, 256, 256, 256) соответственно. Результаты применения модели представлены на рис. 2.

Количество слоев LSTM	Количество полносвязных слоев	Количество нейронов на каждом слое LSTM и полносвязном	Средняя точность по кросс-валидации (10)
1	1	(120, 120)	93.3920% (+-1.5924)
	2	(120, 120, 120)	92.9515% (+- 1.5930)
	3 + 3 слоя регуляризации	(120, 120, 120, 120)	91.6299% (+- 1.4323)
2	1	(120, 120, 120)	92.5110% (+- 1.4297)
	3 + 3 слоя регуляризации	(120, 120, 120, 120, 120)	94.7489% (+- 1.4323)
3	1	(120, 120, 120, 120)	92.0703% (+-1.5924)
	3 + 3 слоя регуляризации	(120, 120, 120, 120, 120, 120)	96.5798% (+-1.6772)
4	1	(120, 120, 120, 120, 120)	95.2731% (+-1.5924)
	2	(120, 120, 120, 120, 120, 120)	94.7136% (+- 1.4323)
	3 + 3 слоя регуляризации	(512, 512, 512, 512, 256, 128)	97.7489% (+-0.8422)
	3 + 3 слоя регуляризации	(1024, 1024, 512, 512, 256, 256, 256)	99.2351% (+-0.4758)

Рисунок 2. – Результаты тестирования модели методом кросс-валидации

Для анализа работы предлагаемой нейронной сети использовались четыре класса — клиентских браузеров: Internet Explorer, Safari, Chrome, Fire Fox. Матрица ошибок (матрица неточностей) — это таблица, которая позволяет визуализировать эффективность алгоритма классификации путем сравнения прогнозируемого значения целевой переменной с ее фактическим значением [16]. Столбцы матрицы представляют наблюдения в прогнозируемом классе, а строки – наблюдения в фактическом классе (или наоборот).

Оценка точности классификации выполнялась на основе матрицы ошибок и показана на рис. 3.

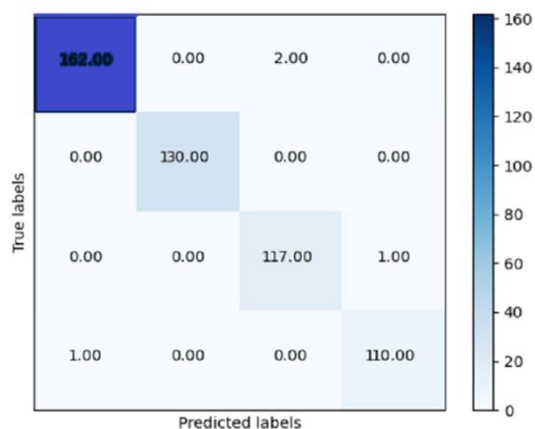


Рисунок 3. – Матрица ошибок

На рис. 4 представлены результаты оценки точности классификации по метрикам accuracy, precision, recall, F1-score.

Класс	Точность	Полнота	F1-мера	Количество
<i>EI</i>	0.99	0.99	0.99	163
<i>Safari</i>	1.00	1.00	1.00	130
<i>Chrome</i>	0.99	0.98	0.98	119
<i>FF</i>	0.99	0.99	0.99	111
<i>Общая точность</i>			0.99	523

Рисунок 4. – Оценка точности разработанного метода

### Заключение

В ходе исследования был проведен сравнительный анализ существующих методов мониторинга сетевого трафика и предотвращения воздействия нагрузочных сетевых атак на вычислительную систему. В качестве объекта исследования были выбраны DDoS-атаки типа TCP SYN Flood. В результате произведенного анализа был предложен метод мониторинга сетевого интерфейса и фильтрации вредоносного сетевого трафика с целью сохранения доступности сервера в условиях сетевой атаки.

Обоснована необходимость применения алгоритмов машинного обучения для решения задачи отделения вредоносного трафика от легитимного и последующей блокировки вредоносного трафика. многослойную нейронную сеть с долгой краткосрочной памятью (LSTM) в качестве классификатора трафика DDoS-атаки. С помощью метода кросс-валидации были определены оптимальные параметры для нейронной сети. В результате экспериментов было показано, что построенный классификатор обладает высокой точностью отделения вредоносного сетевого трафика от легитимного.

Как итог, была разработана структура программного обеспечения, реализующего предложенный метод сохранения доступности сервера для легитимных клиентов в условиях нагрузочной сетевой атаки.

### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Борисовская О.В., Борисовская А.А. (2022) Управление рисками безопасности сетевой инфраструктуры при нагрузочных сетевых атаках типа TCP SYN Flood. Инжиниринг предприятий и управление знаниями ИП&УЗ-2022.
- 2 Борисовская О.В., Борисовская А.А. (2023) Управление рисками безопасности сетевой инфраструктуры при имитационном моделировании бизнес-процессов финансово-кредитных

организаций. Информационные технологии и математические методы в экономике и управлении ИТиММ-2022.

3 Борисовская О.В., Борисовская А.А. (2023) Мониторинг сетевого трафика в целях обнаружения и предотвращения нагрузочных сетевых атак. Инновации и инвестиции № 9, с. 186-190.

4 С. Douligeris, A. Mitrokotsa (2003) DDoS attacks and defense mechanisms: a classification.

5 Proceedings of the 3rd IEEE, 2003 [Электронный ресурс; Режим доступа <https://ieeexplore.ieee.org>]

6 Smith, J. et al. (2018). "Machine Learning Approaches for Network Intrusion Detection: An Overview." Journal Network and Computer Applications, 107, 57-75.

7 Kumar, A. et al. (2020). "A Survey on Machine Learning Techniques for DDoS Attack Detection and Mitigation." Computers Security, 88, 101.

8 Garcia, S. et al. (2014). "Anomaly Detection in Network Traffic Based on Statistical Inference and Machine Learning Techniques." Computer Networks, 71, 59-76.

9 Alazab, M. et al. (2016). "A Deep Learning Approach for Network Intrusion Detection System." Neurocomput, 214-530.

10 Khan, M. et al. (2019). "Deep Learning-Based DDoS Attack Detection Using Recurrent Neural Networks." IEEE Access, 7, 125784-125795

11 Kim, H. et al. (2016). "Long Short-Term Memory Recurrent Neural Network Classifier for Intrusion Detection." Neurocomputing, 214, -761.

12 Sperotto, A. et al. (2010). "An Overview of IP Flow-Based Intrusion Detection." IEEE Communications Surveys Tutorials, 12(3), 343-356.

13 Koliass, C. et al. (2007). "DDoS the IoT: Mirai and Other Botnets." Computer, 50(7), 80-84.

14 Roesch, M. (2009). "Snort - Lightweight Intrusion Detection for Networks." In Proceedings of the 13th USENIX Conference on System Administration, 229-238.

15 Sharafaldin, I. et al. (2018). "Toward Generating a New Intrusion Detection Dataset and Intrusion Traffic Characterization." Journal of Information Security and Applications, 41, 30-45.

16 Иванов, А. и Петров, В. (2019). "Применение алгоритмов машинного обучения для обнаружения DDoS-атак в сетевом трафике." Научно-технический журнал, 25(2), 45-60.

17 Смирнова, Е. и Козлов, Д. (2020). "Использование нейронных сетей для обнаружения аномалий в сетевом трафике." Журнал информационной безопасности, 15(3), 78-92.

**УДК 004.62**

***Борисовская О. В.***

*к.т.н, доцент кафедры Прикладной информатики и информационной безопасности  
Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова*

## **ВОССТАНОВЛЕНИЙ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПУТЕМ ПОСТРОЕНИЯ ФУНКЦИИ ИМПУЛЬСНОГО ОТКЛИКА В СИСТЕМАХ ВОЗДУШНОЙ И НАЗЕМНОЙ РАЗВЕДКИ, РОБОТОТЕХНИКЕ**

В работе исследуется задача оценки параметров искажения изображений в системах воздушной и наземной разведки, а также в робототехнике, для их последующей реконструкции. Под восстановлением изображения подразумевается устранение расфокусировки, размытости или шума. В качестве примера для анализа используется искажение изображения типа «смаз». Для подобного искажения параметрами являются площадь смаза в пикселях и угол смаза. В качестве характеристики уменьшения достоверности смазанного изображения используется оптическая передаточная функция (OTF, Optical Transfer Function).

В работе осуществлен сравнительный анализ двух подходов к оценке OTF по движению камеры или объекта:

- первый подход заключается в вычислении OTF для точной функции движения;
- второй возможный подход к оценке OTF заключается в аппроксимации фактической функции движения во время экспозиции с помощью простой функции (например, линейной или синусоидальной).

Основное преимущество метода, применяемого для решения задачи вычисления OTF, заключается в возможности получить аналитическое выражение оптической передаточной функции, применимое к любому виду движения. Этот метод предполагает получение аналитического выражения OTF в виде степенного ряда через статистические моменты движения за время экспозиции.

Показано, что аппроксимации суммой младших порядков дают удовлетворительные результаты точности. Обосновано, что использование данного метода позволяет получить выражения OTF не только для линейного движения, но и для высокочастотной вибрации, параболического (равноускоренного) движения, низкочастотной вибрации и экспоненциального затухающего движения. Делается вывод о том, что данный метод расчета OTF может быть реализован в системах воздушной и наземной разведки, в робототехнике для восстановления в реальном времени изображения, смазанного вследствие произвольного движения.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** Реконструкция смазанного изображения, функция импульсного отклика, оценка оптической передаточной функции, высокочастотная вибрация.

## Введение

Движение камеры часто является основной причиной ухудшения качества изображения в системах воздушной и наземной разведки, робототехники, машинного и компьютерного зрения. Количественная характеристика ухудшения изображения необходима для оценки и его последующего восстановления. Удобной формой для характеристики этого ухудшения является оптическая передаточная функция (OTF, Optical Transfer Function).

OTF может быть использована при математической обработке любого произвольного относительного движения камеры и объекта во время съемки.

## Принципы построения аналитического выражения для OTF

Более ранние методы расчета OTF основывались на пространственно-частотном анализе синусоидального отклика [1] или на анализе функции распространения в пространственной области. Метод расчета пространственной частоты OTF приводит к аналитическим выражениям OTF только для простых видов движения, таких как линейное движение и высокочастотная вибрация [2]. Для более сложных функций движения и для функций движения, которые не могут быть выражены аналитически, больше подходит метод пространственной области. OTF рассчитывается численно и получается в виде числового выражения [3].

Аналитическое выражение для OTF в общем виде описывается формулой:

$$OTF(\omega) = F[PSF(x)] = \int_{-\infty}^{\infty} PSF(x) \exp(-j\omega_x x) dx, \quad (1)$$

где  $\omega$  — пространственная угловая частота, PSF — функция разброса точек, а  $F(\bullet)$  — оператор преобразования Фурье.

Рассматриваемый новый метод расчета OTF заключается в получении аналитического выражения OTF в виде степенного ряда на основе статистических моментов движения за время экспозиции. Теоретически для оценки OTF необходима бесконечная сумма моментов. На практике можно использовать конечные суммы.

Передаточная функция модуляции (MTF) может быть получена как модуль OTF, а фазовая передаточная функция (PTF) может быть получена как ее фаза.

Основное преимущество нового метода вычисления ОТФ заключается в том, что он позволяет получить аналитическое выражение ОТФ, применимое к любому виду движения и дающее широкие возможности его использования в самых различных системах анализа изображений, в т.ч. системах воздушной и наземной разведки, а также в робототехнике. Предыдущие методы позволяли рассчитать ОТФ только для определенных типов движения.

Данный метод (метод моментов) для расчета ОТФ может быть применен при восстановлении изображения, смазанного в результате произвольного движения объекта или камеры. Поскольку алгоритмы восстановления изображения устанавливают взаимосвязь между входом и выходом системы формирования изображения (вход - изображение объекта, выход - искаженное изображение), удобной формой для определения этой связи является ОТФ, которая используется многими алгоритмами восстановления изображений [4]. ОТФ рассчитывается на основе функции движения камеры или объекта, информация о которой может быть получена от датчиков движения, установленных на камере.

Возможны два подхода к оценке ОТФ по движению камеры или объекта: на основе точной функции движения и на основе ее аппроксимации.

1) Первый подход заключается в вычислении ОТФ для точной функции движения. Если используется метод моментов с этим подходом, суммарные коэффициенты (моменты движения) должны быть либо измерены аналоговыми средствами, либо рассчитаны численно. Затем рассчитывается ОТФ на желаемых пространственных частотах.

В этом случае новый метод расчета ОТФ быстрее и точнее, чем численные методы, поскольку информация о движении камеры напрямую используется для расчета ОТФ. Никаких промежуточных вычислений, таких как PSF (Point Spread Function), не требуется.

ОТФ может быть получена на любой желаемой пространственной частоте. Таким образом, разрешение по пространственной частоте можно легко адаптировать к требованиям алгоритма восстановления изображения.

2) Второй возможный подход к оценке ОТФ заключается в аппроксимации фактической функции движения во время экспозиции с помощью простой функции (например, линейной или синусоидальной) [2]. Параметры простого движения оцениваются и подставляются в выражение ОТФ. Предложенный метод оценки ОТФ применим и для приближенной функции движения, но невыгоден в случае равномерной скорости или высокочастотной вибрации, поскольку для них уже существуют более компактные аналитические выражения [5].

### **ОТФ для непрерывной функции движения**

ОТФ и его модуль (МТФ) являются мощными инструментами оценки ухудшения качества изображения. Аналитические выражения этих функций более удобны для статистического анализа, чем численные.

Далее рассмотрим аналитическую модель расчета оптической передаточной функции ОТФ для непрерывной функции движения. Предположим произвольное относительное движение между объектом и датчиком, где  $x(t)$  — составляющая движения, поперечная оптической оси (рисунок 1).

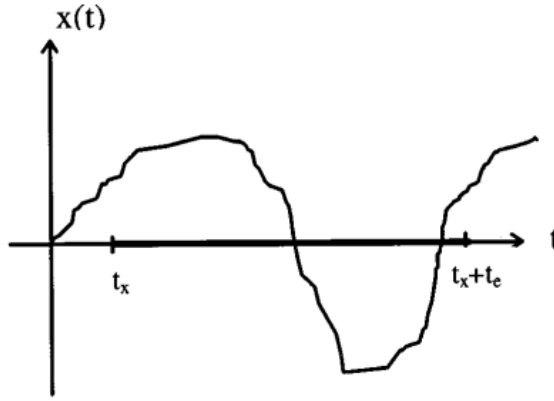


Рисунок 1 – Функция движения

Функция разброса точек (PSF, Point Spread Function), обусловленная движением, описывает ухудшение изображения в пространственной области. Если движение происходит только в одном направлении, достаточно учесть функцию линейного расширения [LSF(x)]. LSF (Linear Spread Function) движения представляет собой функцию плотности вероятности (PDF, Probability Density Function) [3]. То есть, движение изображения приводит к пространственному перемещению отклика линейного изображения. Это перемещение интегрируется по времени экспозиции. Такое движение может быть описано гистограммой  $x(t)$ , где частота появления данной части  $x(t)$  изображается как функция  $x$  в течение времени экспозиции. Таким образом, эта гистограмма представляет собой саму функцию линейного расширения LSF.

$$OTF(\omega) = F[LSF(x)] = \int_{-\infty}^{\infty} LSF(x) \exp(-j\omega_x x) dx, \quad (2)$$

где  $\omega$  — пространственная угловая частота, а  $F(\bullet)$  — оператор преобразования Фурье.

Поскольку LSF абсолютно интегрируема (абсолютный интеграл равен 1) и отлична от нуля на конечном интервале (между минимальным и максимальным значениями  $x$ ), OTF является аналитической [6] и, следовательно, может быть разложена в виде ряда Тейлора:

$$OTF(\omega) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{n!} \frac{\partial^n OTF(\omega)}{\partial \omega^n} \vee \omega^n \omega = 0 \quad (3)$$

$N$ -я производная OTF при нулевой пространственной частоте из уравнения (2):

$$\frac{\partial^n OTF(\omega)}{\partial \omega^n} \vee \omega = 0 = \frac{\partial^n}{\partial \omega^n} \int_{-\infty}^{\infty} LSF(x) \exp(-j\omega x) dx \quad (4)$$

Поскольку функция линейного расширения LSF представляет собой функцию плотности вероятности PDF движения, интеграл в последнем выражении может быть интерпретирован как статистический  $n$ -й момент ( $m_n$ ) функции смещения  $x(t)$ :

$$\int_{-\infty}^{\infty} x^n LSF(x) = E(x^n) \triangleq m_n, \quad (5)$$

где  $E(\bullet)$  — оператор среднего.

Написание уравнения (5) с помощью функции движения  $x(t)$  приводит к

$$m_n = E(x^n) = \int_{-\infty}^{\infty} x^n(t) f_t(t) dt = \frac{1}{t_e} \int_{t_x}^{t_x+t_e} x^n(t) dt \quad (6)$$

где  $f_t = 1 / t_e$  – временная PDF.

Следовательно, из уравнений (3), (4) и (6), имеем

$$OTF(\omega) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{m_n}{n!}, \quad (7a)$$

$$m_n = \frac{1}{t_e} \int_{t_x}^{t_x+t_e} x^n(t) dt, \quad (7b)$$

Таким образом, уравнение (7) определяет прямую связь между статистическими моментами функции движения и OTF. Исключена необходимость вычисления

функции линейного расширения LSF и ее преобразования Фурье, что не всегда возможно аналитически.

Из уравнения (7) видно, что если движение симметрично относительно оси  $x = 0$ , то все нечетные моменты равны нулю и, таким образом, OTF действительна, а PTF равна нулю до первого нуля MTF.

Важно отметить, что связь между функцией движения и ее OTF не является линейной (см. (7)). Таким образом, линейные комбинации функций движения не приводят к линейным комбинациям соответствующих им OTF.

### OTF для линейного движения

Во многих случаях функция движения изображения может быть аппроксимирована простой аналитической функцией [7]. Рассмотрим пример получения аналитических выражений OTF, используя метод моментов для линейного движения.

Рассмотрим линейное движение с постоянной скоростью  $V$ . Функция смещения определяется выражением:

$$x(t) = Vt, t_x < t < t_x + t_e, \quad (8)$$

где  $t_x$  – момент начала движения, а  $t_e$  – период движения.  $n$ -й момент рассчитывается по уравнению (7b).

$$m_n(t_x; V, t_e) = \frac{1}{t_e} \int_{t_x}^{t_x+t_e} (Vt)^n dt = \frac{V^n t_e^{n+1}}{t_e(n+1)} V t_x + t_e t_x, \quad (9)$$

Подставляя в уравнение (7a), получаем:

$$OTF(\omega) = \sum_{n=0}^{\infty} [V(t_x + t_e)]^{n+1} - \frac{\exp(-jVt_x\omega)}{-jVt_e\omega} [\exp(-jVt_e\omega) - 1]$$

Из этого результата получаем:

$$MTF(\omega) = |OTF(\omega)| = \left| \text{sinc} \left( \frac{d}{2} \omega \right) \right| = |\text{sinc}(\pi d f)|,$$

а также:

$$PTF(\omega) = \text{phase}(OTF) = -(2\pi V t_x + \pi d) f$$

при  $\frac{2n}{d} < f < \frac{2n+1}{d}, n = 0, 1, \dots$

$$PTF(\omega) = \text{phase}(OTF) = -(2\pi V t_x + \pi d) f \quad (10)$$

при  $\frac{2n-1}{d} < f < \frac{2n}{d}, n = 1, 2, \dots$

где  $d = V t_e$  – пространственная протяженность размытия,

$f = \frac{\omega}{(2\pi)}$  – пространственная частота.

Рисунок 2 представляет собой график функции движения  $x(t) = 1t$ .

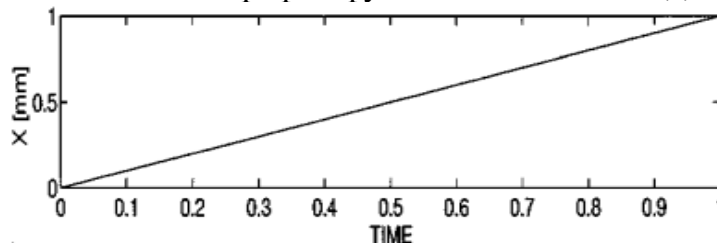


Рисунок 2 – Линейное перемещение

Сплошные кривые на рисунках 3 и 4 представляют MTF и PTF (см. уравнение 10) этого движения.

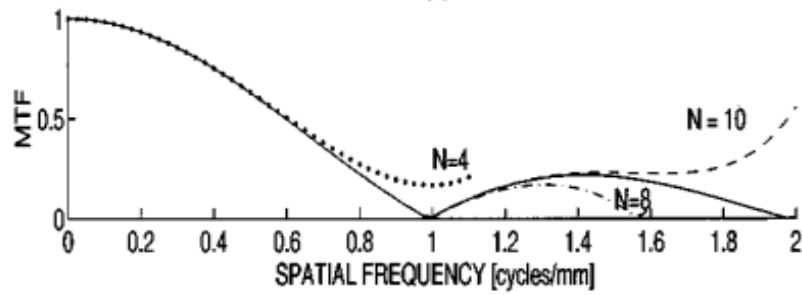


Рисунок 3 – Точный MTF (сплошная кривая) и аппроксимированный MTF N-го порядка

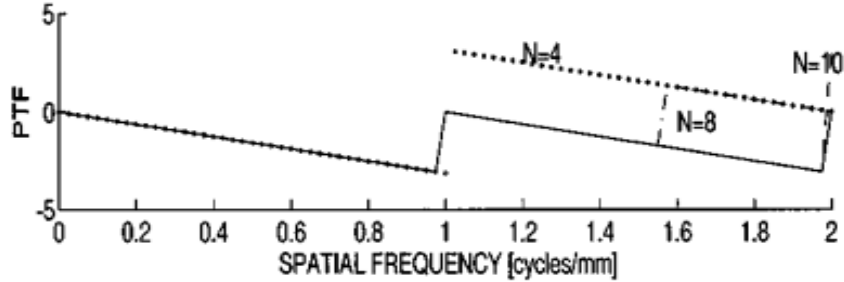


Рисунок 4 – Точный PTF (сплошная кривая) и аппроксимированный PTF N-го порядка (пунктирные линии)

Для  $N=4, 8$  и  $10$  показаны приближенные кривые MTF и PTF, рассчитанные по сумме центральных моментов N-го порядка. Для некоторых функций движения можно получить простые замкнутые выражения из суммы ряда (7а). В общем случае, особенно когда функция движения не задана аналитически, приходится вычислять бесконечную сумму (7а). Практически сумма может быть усечена до N-го порядка:

$$OTF(\omega) \approx \sum_{n=0}^N \frac{m_n}{n!} \quad (11)$$

Отметим, что, поскольку функция централизованного линейного движения, которая выражается уравнением 12 симметрична относительно оси времени, все нечетные центральные моменты равны нулю.

$$x_c(t) \triangleq x(t) - m, \quad (12)$$

Таким образом, на самом деле нужна только половина моментов ( $N/2$ ). Детали меньше степени размытия ( $d$ ) неразрешимы. MTF на частотах выше  $1/d$  помечается как ложное разрешение. На более высоких пространственных частотах наличие MTF подразумевает искажение изображения. Как видно на рисунках 2 – 4, только два центральных момента ( $N=4$ ) необходимы для максимальной ошибки 0.15 в MTF на частоте среза  $1/d$ . Ошибка 0.04 получается с использованием трех центральных моментов ( $N=6$ ), а аппроксимация восьмого порядка (четыре центральных момента) дает максимальную погрешность 0.01 на частоте среза  $1/d$ .

Вышеприведенный анализ рассматривает только одномерное движение OTF. Метод можно распространить на двумерное движение, используя процедуры, подобные описанным в уравнениях (2)–(7).

Двумерное движение можно разложить на две ортогональные составляющие  $x(t)$  и  $y(t)$ . Вместо LSF в уравнении (2) необходимо использовать функцию рассеяния точки PSF, а координаты разложения Тейлора выражаются через совместные моменты  $x$  и  $y$ , а не через одну переменную. Это может потребовать значительно большего количества расчетов.

Однако, поскольку, как правило, движение во время экспозиции часто происходит по линии, предпочтительно повернуть оси так, чтобы они совпадали с направлением движения, а затем рассчитать однонаправленную OTF по уравнению (7).



ОТФ можно повторно повернуть к исходным осям или оси изображения можно выровнять по новым осям.

### **Заключение**

В данной работе представлен метод оценки ОТФ изображения, состоящий в получении аналитических, а не численных выражений ОТФ для любого вида относительного движения камеры и изображения: линейного, высокочастотной вибрации, параболического (равноускоренного) движения, низкочастотной вибрации и экспоненциального затухающего движения.

Особенностью данного метода является то, что информация о движении камеры напрямую используется для оценки ОТФ. При этом ОТФ выражается как бесконечная сумма степенного ряда согласно статистическим моментам функции движения.

Было показано, что аппроксимации суммой младших порядков дают удовлетворительные результаты точности.

Обосновано, что представленный метод может быть применен для анализа и восстановления смазанного изображения в реальном времени, искаженного вследствие произвольного движения камеры.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Wulich D. and Kopeika N. S. Image resolution limits resulting from mechanical vibration // *Optical Engineering*, Vol. 26, Issue 6, 1987. P. 529–533.
2. Trott T. The effects of motion in resolution // *Photogramm Eng.* 26(2), 1960. P. 819–827.
3. Hadar O., Dror I., and Kopeika N. S. Image resolution limits resulting from mechanical vibration. Part IV: Real time numerical calculation of optical transfer functions and experimental verification // *Optical Engineering*, Vol. 33. 1994. P. 566–578.
4. Hadar O., Dror I., and Kopeika N. S. Real-time restoration of images degraded by motion and vibration // in *Trends in Optical Engineering*, J. Menon, ed. (Council of Scientific Research, Vilayil Gardens, Trivandrum, India), 1993. P. 287–298.
5. Jensen N. *Optical and Photographic Reconnaissance System* (Wiley, New York), 1968. P. 116–124.
6. Papoulis A. *Systems and Transforms with Applications in Optics* (McGraw-Hill, New York), 1968. P. 81–83.
7. Zayezdny A., Tabak D., and Wulich D. *Engineering Application of Stochastic Processes* (Research Studies Press, London). 1989.
8. Борисовская О.В., Борисовская А.А. Построение функции импульсного отклика для восстановления изображений, искаженных вследствие движения камеры. «*Инновации и инвестиции*» № 7

**УДК 338.364.4**

*Брызгалов А.А.*

*Ассистент, РЭУ им. Г.В. Плеханова, Москва*

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДА АДАПТАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ И БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ К ДИНАМИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ НАКОПЛЕНИЯ И АНАЛИЗА МАССИВОВ ДАННЫХ<sup>1</sup>**

В статье предложен метод адаптации производственных и бизнес-процессов к динамическим условиям функционирования, позволяющий организациям,

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-11-00282

взаимодействующим через цифровую платформу, своевременно реагировать на изменения во внешней и внутренней среде бизнес-экосистемы. В статье рассмотрены основные аспекты адаптации производственных и бизнес-процессов, а также проанализирована роль накопления и анализа данных из соглашений об уровне обслуживания. Для выбора основных источников показателей и их использования построена технология сбора, обработки и анализа данных о выполнении соглашений об уровне обслуживания в нотации DFD. Определены основные этапы применения разработанного метода адаптации производственных и бизнес-процессов для основного бизнес-процесса выполнения заказов на сетевом предприятии.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** производственные процессы, бизнес-процессы, мониторинг выполнения заказа, соглашение об уровне обслуживания (SLA), система, основанная на знаниях, методы анализа данных, прикладные сценарии цифровизации, показатели мониторинга выполнения заказов, показатели предприятия, показатели заказов.

## **Введение**

Современному предприятию требуется своевременно адаптироваться к динамичным условиям функционирования, что обусловлено рядом причин, связанных с изменениями в бизнес-экосистеме. Во-первых, быстрое развитие технологий и изменение потребительских предпочтений приводит к тому, что у продукции и услуг сокращается жизненный цикл, и компании вынуждены постоянно обновлять и совершенствовать свои предложения. Во-вторых, с появлением новых участников в бизнес экосистеме конкуренция становится все более жесткой, что требует сохранения уникальности своей продукции в поддержании конкурентноспособности. В-третьих, экономическая и политическая нестабильность, а также экологические ограничения часто приводят к изменению спроса на товары и услуги, что требует от компаний оперативной корректировки своей деятельности.

Процесс адаптации производственных и бизнес-процессов к динамическим условиям функционирования сетевого предприятия особенно актуален в контексте индустрии 4.0, которая предполагает интеграцию физических и цифровых систем для создания инновационных продуктов. Адаптация производственных и бизнес-процессов в условиях цифровой трансформации предприятий не должна быть изолированным мероприятием, она должна происходить на протяжении всего жизненного цикла разработки и реализации продукции. В данном случае необходимо осуществлять постоянное взаимодействие между различными партнерами сетевого предприятия по всей цепочке создания стоимости для обеспечения согласованности и непрерывности взаимосвязанных процессов. [4]

Для адаптации производственных и бизнес-процессов требуется определить основные принципы и механизмы, которые позволят производственным и бизнес-процессам быть гибкими и адаптивными для участников сетевого предприятия. К основным механизмам трансформации относятся внедрение цифровых технологий, таких как промышленный интернет вещей (IoT), облачные вычисления, аналитика больших данных.

Одним из ключевых факторов успешной адаптации является способность анализировать большие объемы данных о работе оборудования (интернет вещей), о процессах выполнения заказа, о взаимодействии участников сетевого предприятия и их деятельности и извлекать из них ценную информацию. Это требует разработки и применения соответствующего метода адаптации производственных и бизнес-процессов к динамическим условиям функционирования для выявления

закономерностей, трендов и аномалий, которые могут указывать на потенциальные проблемы или возможности заинтересованных сторон сетевого предприятия.

В статье предлагается метод адаптации производственных и бизнес-процессов, основанный на анализе больших данных, которые формируются из опыта выполнения соглашений об уровне обслуживания (SLA), заключаемых на цифровой платформе.

### **Основные аспекты адаптации производственных и бизнес-процессов**

Адаптация производственных и бизнес-процессов включает в себя множество аспектов, таких как изменение ассортимента продукции, внедрение новых технологий/процессов, оптимизация затрат, улучшение качества обслуживания и т.д. Каждый из этих аспектов играет важную роль в успешном функционировании компании. Они помогают компаниям приспособиться к изменяющимся условиям рынка, повысить свою конкурентоспособность и удовлетворить потребности клиентов. [5]

Проведение адаптации производственных и бизнес-процессов может быть основано на следующих ситуациях:

- Предприятие, проанализировав свои показатели, связанные с прибылью, количеством продаж и производительностью, может принять решение об адаптации текущих производственных и бизнес-процессов. Для более уверенного принятия решения предприятие может воспользоваться услугой по бенчмаркингу оборудования или услугой получения статистики по обезличенной информации других участников и их выполненных заказов в рамках бизнес экосистемы. Такую адаптацию предприятие может проводить в любой момент, однако изменения должны быть согласованы в рамках имеющихся заказов и выполнения работ или вовсе не затрагивать, так как это не предусмотрено соглашением об уровне обслуживания.
- Предприятие хочет стать участником цепочки создания стоимости продукта, но из-за требований, которые заинтересованной стороне необходимо соблюсти, поставщик оборудования/услуг может понести высокие расходы, либо не выполнить взятые на себя обязательства. Во время переговоров о выполнении заказа, предприятию может стать понятно, что текущая организация производственных и бизнес-процессов не сможет обеспечить желаемых результатов. Такое положение дел приводит к решению об адаптации своих процессов под требования заказчика. При этом изменения могут носить временный характер, так как некоторые из них могут быть несущественными.
- Во время выполнения заказа мониторинг может показать участникам, что результат будет отличаться от заявленного в соглашении об уровне обслуживания. Решение данного вопроса можно рассмотреть в двух вариантах: либо участники корректируют соглашение об уровне обслуживания, адаптируя его под текущие возможности исполнителя, что может привести к выплате заявленного штрафа по соглашению, либо поставщик оборудования/услуг выделяет дополнительные ресурсы для адаптации производственных и бизнес-процессов.

В любом варианте в рамках процесса адаптации могут подлежать следующие характеристики бизнес-процессов:

- 1) Время выполнения заказа;
- 2) Стоимость заказа;
- 3) Изменение состава заказа;
- 4) Участники процесса выполнения заказа:
  - a. Замена участника при отказе от выполнения части заказа;
  - b. Замена участника при некачественном выполнении заказа;
  - c. Добавление новых участников при появлении новых или дроблении этапов процесса.
- 5) Изменение этапов процесса, связанных с внедрением новой технологии или оптимизации процессов.

### **Метод адаптации производственных и бизнес-процессов на основе накопления и анализа массивов данных**

Метод адаптации производственных и бизнес-процессов к динамическим условиям заключается в постоянном анализе и изменении процессов в соответствии с изменениями внешней и внутренней среды предприятия, что включает в себя анализ рынка, конкурентов, технологий, законодательства и других факторов сформированных в наборах данных по показателям, которые могут повлиять на успешность бизнеса.[9]

Эффективное управление предприятием и его адаптация к новым условиям становятся все более сложными задачами, требующими применения новых подходов и методов. Одним из таких подходов является накопление массивов данных, связанных с их деятельностью, а также с деятельностью их партнеров и конкурентов, для последующего анализа с помощью методов интеллектуального анализа данных и машинного обучения. Данный подход позволит выявить закономерности и тенденции в процессах, а также оптимизировать их с учетом изменяющихся факторов.

В качестве методов анализ данных, получаемых в процессе мониторинга выполнения заказов, используются методы интеллектуального анализа данных и машинного обучения, представленные в таблице 1. [2]

Таблица 1. Методы анализа данных и его задачи

<b>Метод</b>	<b>Задача</b>
Смешение и интеграция данных	Формирование единого набора данных из нескольких источников
Машинное обучение и нейронные сети	Классификация, прогнозирование, принятие решений
Предиктивная аналитика	Построение прогнозов на основе представленного набора данных
Имитационное моделирование	Проверка гипотез для реального бизнеса без причинения ущерба
Статистический анализ	Получение расчетов. Используется при проведении предиктивного анализа и имитационного моделирования
Data Mining	Решение задач Классификации, Кластеризации, Ассоциации, Регрессионного анализа, Анализа отклонений

Для формирования наборов данных и последующего их анализа необходимо выработать ряд показателей, которые можно разбить на три группы:

- 1) по предприятию;
- 2) по заказу;
- 3) по мониторингу выполнения соглашения об уровне обслуживания (SLA).

Разбиение в такой форме объясняется следующим образом. Группа показателей «По предприятию», в случае если на сетевом предприятии используется модель предоставления анонимных данных за вознаграждение доверенному лицу [6], позволит предприятию оценить необходимость адаптации своих процессов деятельности на стратегическом и тактическом уровнях. Группа показателей «По заказу» позволит предприятию оценить необходимость адаптации своих процессов деятельности на операционном уровне. Группа показателей «По мониторингу выполнения SLA» позволит предприятию оценить необходимость адаптации процессов, в случае если значения показателей соглашения отклоняются от норм или запрашиваемых значений заказчиком во время отслеживания и контроля качества выполнения заказа. Ниже представлена таблица с показателями, разбитыми по группам

Таблица 2. Показатели

<b>По предприятию</b>	<b>По заказу</b>	<b>По мониторингу выполнения SLA</b>
Количество выполненных заказов	Стоимость продукции по заказу	Список и состав предоставляемых услуг
Количество невыполненных заказов	Количество выпущенной продукции по заказу	Время и география – когда и где обслуживаются клиенты
Количество отказов от заказов	Время выполнения заказа	Время реакции на запрос от заказчика
Уровень удовлетворенности выполнения заказов	Время простоя в выполнении заказа	Процент отклонения срока исполнения работ
Производительность по определенному виду работ	Отклонение в сроке начала выполнения заказа	Количество этапов и размер оплат по этапам
Процент брака по всем заказам	Отклонение в сроке выполнения заказа	Показатели решения спорных ситуаций
Максимальный объем выполнения работ в заказе	Уровень выполнения заказа по качеству в соответствии с требованиями	Основные этапы процесса при выполнении заказа и затраченное на них время
Уровень использования производственных мощностей\трудовых ресурсов	Уровень выполнения заказа по количеству (по конкретной позиции и всем позициям заказа)	Количество остановок процесса при выполнении заказа
Средняя длительность производственного цикла	Удовлетворенность выполнения заказом	Среднее время остановки процесса при выполнении заказа
Затраты на единицу одного вида продукции	Процент брака по заказу	Процент отклонения качества исполнения услуги

Если говорить о первых двух группах показателей, то в данном случае анализ и адаптация процессов происходит без учета влияния на операционную деятельность другого участника сетевого предприятия, так как показатели сформированы постфактум. Что касается третьей группы, то данные показатели должны

формироваться динамически с помощью механизма заключения соглашения об уровне обслуживания на цифровой платформе.

На рисунке 1 представлена технология сбора, обработки и анализа данных о выполнении соглашений об уровне обслуживания (в нотации DFD). В соответствии с представленной схемой перед заключением соглашения заказчику необходимо подобрать исполнителя его заказа. Выполнить он может это на основе перечня шаблонов соглашений об уровне обслуживания (SLAT), которые участники сетевого предприятия выкладывают на цифровую платформу, заявляя о своих возможностях. Как только заказчик определился со SLAT, происходит сопоставление показателей его требований и показателей возможностей потенциального исполнителя. Успешное сопоставление запускает механизм формирования соглашения об уровне обслуживания, что в последствии приводит к динамическому формированию наборов данных по показателям. [3]

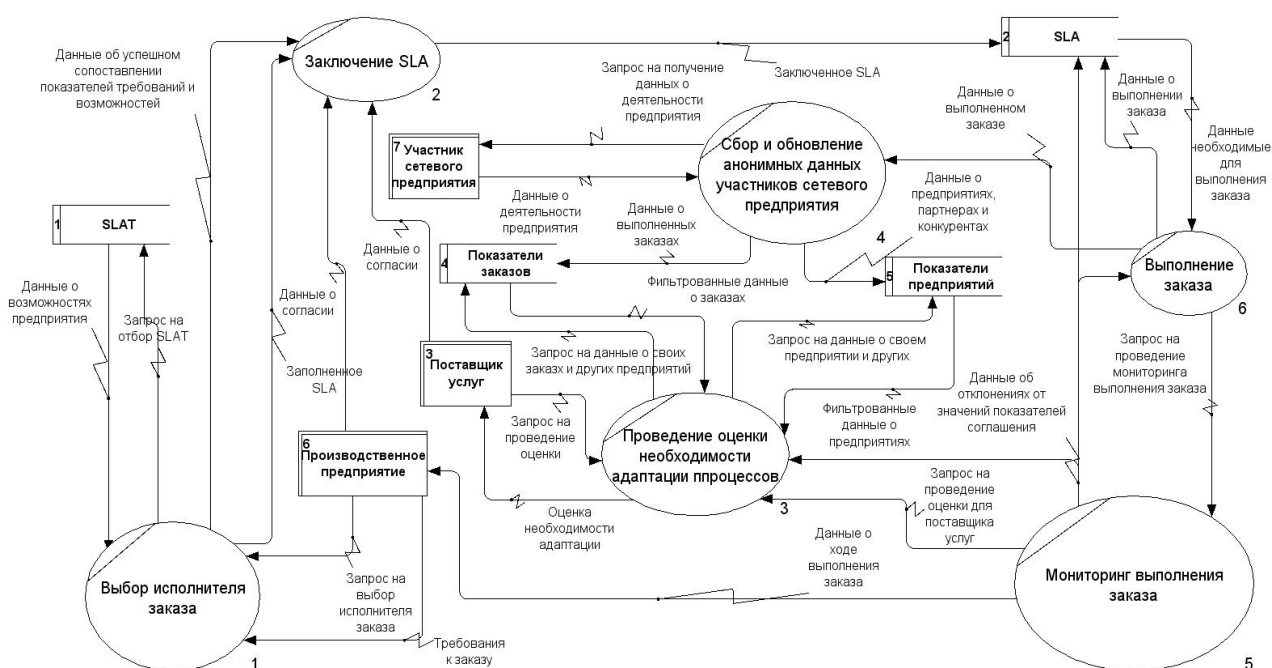


Рис. 1 – Технология сбора, обработки и анализа данных о выполнении соглашений об уровне обслуживания (в нотации DFD)

Для осуществления процесса оценки необходимости адаптации процессов предприятия данные собираются из нескольких источников: Показатели предприятия, Показатели выполнения заказов, SLAT, SLA. Это позволит предприятию поддерживать свои процессы в актуальном и конкурентном состоянии.

Полученная оценка может быть либо проигнорирована при отсутствии ресурсов на осуществление адаптации, либо задействована при применении метода адаптации производственных и бизнес-процессов к динамическим условиям функционирования, что особенно важно по отношению к процессу мониторинга выполнения SLA.

Метод адаптации процесса выполнения заказов как основного бизнес-процесса сетевого предприятия предполагает выполнение следующих этапов:

1. Определение ключевых показателей для мониторинга выполнения заказа.
2. Сбор и анализ данных о ходе выполнения заказа на основе показателей мониторинга.
3. Выявление возможных проблем и задержек в процессе выполнения заказа.

4. Разработка и внедрение корректирующих мер для устранения выявленных проблем, в том числе делая запросы к репозиторию системы, основанной на знаниях, для поиска лучшего варианта организации выполнения заказа.

5. Оценка эффективности принятых мер и корректировка показателей SLA при необходимости.

6. Регулярное обновление информации о ходе выполнения заказа для заинтересованных сторон.

7. Принятие оперативных решений об изменении процесса на основе анализа данных и мониторинга выполнения заказа.

Разработанный метод адаптации производственных и бизнес-процессов к динамическим условиям функционирования на основе анализа выполнения соглашений об уровне обслуживания позволяет выявлять наиболее рациональные пути совершенствования процессов.

### **Заключение**

Разработанный метод адаптации производственных и бизнес-процессов основан на анализе текущей ситуации при мониторинге выполнения заказа и определении его ключевых факторов, влияющих на эффективность процессов. Особое внимание уделено накоплению и анализу данных из предложений возможностей потенциальных участников сетевого предприятия в виде SLAT и заключенных SLA между заинтересованными сторонами цепочки создания стоимости в условиях применения различных сценариев цифровизации, отражаемых в системе, основанной на знаниях.

Таким образом, представленный метод адаптации производственных и бизнес-процессов является эффективным инструментом для обеспечения гибкости и адаптивности организаций к условиям динамично меняющейся бизнес-экосистемы. Разработанный метод позволяет оперативно реагировать на изменения внешней среды, оптимизировать использование ресурсов и повышать конкурентоспособность выпускаемой продукции.

### **ЛИТЕРАТУРА:**

1. Боргест Н.М. Онтология проектирования: генезис и развитие // Двадцать первая Национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2023 (16-20 октября 2023 г.). Труды конференции / Российская ассоциация искусственного интеллекта [и др.], 2023, С. 6-13.
2. Брызгалов, А. А. Возможности технологий обработки больших данных в задачах государственного управления / А. А. Брызгалов // Инжиниринг предприятий и управление знаниями (ИП&УЗ-2020) : Сборник научных трудов XXIII Международной научной конференции, Москва, 08–09 декабря 2020 года / Под научной редакцией Ю.Ф. Тельнова. – Москва: Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, 2021. – С. 26-33.
3. Брызгалов, А. А. Организация взаимодействия участников сетевого предприятия, основанная на автоматизированном процессе управления уровнем услуг / А. А. Брызгалов // Информационные технологии и математические методы в экономике и управлении : Сборник статей, Москва, 23–24 марта 2023 года. Том Книга 1. – Москва: Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, 2023. – С. 264-276.
4. Девяткин, О. В. Адаптация некоторых бизнес-процессов промышленных предприятий в условиях кризиса / О. В. Девяткин, Н. С. Кулясов // Промышленность: экономика, управление, технологии. – 2022. – Т. 1, № 3-4(3). – С. 145-156. – EDN VOERHY.

5. Скорик, А. А. Теоретические подходы к раскрытию сущности процесса адаптации предприятия к изменяющимся условиям внешней среды / А. А. Скорик // Цифровая экономика и управление знаниями: проблемы и перспективы развития : сборник научных трудов III Международной научно-практической конференции, Киров, 15 июня 2022 года. – Киров: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Вятский государственный агротехнологический университет, 2022. – С. 113-116.
6. Тельнов Ю.Ф., Брызгалов А.А., Козырев П.А., Королева Д.С. Выбор типа бизнес-модели для реализации стратегии цифровой трансформации сетевого предприятия // Бизнес-информатика, 2022, №4, С. 50 – 67
7. Тельнов Ю.Ф., Брызгалов А.А., Королева Д.С. Организация производственных и бизнес-процессов в цепочках создания стоимости на основе прикладных сценариев цифровизации предприятий // Открытое образование, Т. 27, № 3, 2023, С. 43 – 54
8. Цифровая трансформация промышленных предприятий в условиях инновационной экономики. Монография / Под научной редакцией доктора экономических наук Веселовского М.Я. и кандидата экономических наук Хорошавиной Н.С. – М.: Мир науки, 2021. – 296 с. Сетевое издание. URL: <https://izd-mn.com/PDF/06MNNPM21.pdf> (дата обращения 30.10.2023)
9. Ячменева, В. М. Анализ факторов внешней среды, влияющих на процесс адаптации предприятия / В. М. Ячменева, В. П. Гончарова // Эффективное управление экономикой: проблемы и перспективы : сборник трудов IV Всероссийской научно-практической конференции, Симферополь, 11–12 апреля 2019 года. – Симферополь: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство Типография «Ариал», 2019. – С. 309-313.
10. Aspects of the Research Roadmap in Application Scenarios, <http://www.plattform-i40.de/I40/Redaktion/EN/Downloads/Publikation/aspects-of-the-research-roadmap.html> (дата обращения: 30.10.2023)
11. Klaus Bauer, Johannes Diemer, Claus Hilger, Dr. Ulrich Löwen, Dr. Jan Stefan Michels. Benefits of Application Scenario Value-Based Service // Working Paper, Publisher Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi), April, 2017 [https://www.plattform-i40.de/IP/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/benefits-application-scenario.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=7](https://www.plattform-i40.de/IP/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/benefits-application-scenario.pdf?__blob=publicationFile&v=7)
12. Usage Viewpoint of Application Scenario Value-Based Service // Discussion Paper, Publisher Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi), February, 2018 [https://www.plattform-i40.de/IP/Redaktion/EN/Downloads/Publikation/hm-2018-usage-viewpoint.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://www.plattform-i40.de/IP/Redaktion/EN/Downloads/Publikation/hm-2018-usage-viewpoint.pdf?__blob=publicationFile&v=1)

УДК 004.896

**Бугаенко В. А.**

*аспирант, РЭУ им. Г.В. Плеханова, Москва*

**Научный руководитель: Колесник Георгий Всеволодович**

*Д.э.н., профессор, РЭУ им. Г.В. Плеханова, Москва*

## **ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ И АНАЛИЗА ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ**

В данной статье проводится анализ применения больших данных в организации, где реализованы технологии промышленного интернета вещей. Каждое устройство или система, являющееся элементом интернета вещей, постоянно направляет отчёты управляющей системе. Поскольку в организации таких «вещей» много, то возникает необходимость



корректной обработки отчётов для приведения их к единой структуре, постоянного анализа полученных пакетов данных в режиме реального времени и управления всей инфраструктурой. В статье были определены минимальные требования к системе управления и анализа для промышленного интернета вещей на основе технологий и методов искусственного интеллекта.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** Интернет вещей, большие данные, искусственный интеллект, система управления и анализа, машинное обучение.

С каждым годом появляются всё новые и новые сервисы, продукты, услуги и технологии. Пользователей так же становится всё больше, и у каждого есть информация, которую приходится хранить. Рощин С.М. в своей книге [5] выделил 7 главных трендов современных интернет-технологий, в числе которых так же были большие данные и анализ данных, интернет вещей, а также технологии искусственного интеллекта.

В связи с набравшей популярность тенденцией добавления в обыденные вещи различных цифровых возможностей стало возможно управлять такими вещами удалённо через различные каналы связи. Данная технология – интернет вещей – повышает удобство использования подобных «умных» устройств, а также добавляет ряд иных функций, в том числе возможности распознавания, аналитики и прогнозирования, что особенно важно для организаций. Для проведения постоянного анализа данных устройства промышленного интернета вещей, обменивающиеся огромным количеством отчётов, составляющих собой технологию больших данных, нуждаются в специальной системе для управления процессами и объектами, а также анализа больших данных в реальном времени.

Целью данной работы является определение базовых требований к системе управления и анализа для промышленного интернета вещей на основе технологий и методов искусственного интеллекта.

В последние годы технология больших данных всё больше набирает популярность и расширяет отрасли распространения, в связи с чем объёмы информации, которую необходимо не только хранить, но и обрабатывать, растут в геометрической прогрессии [4]. Большие данные представляют собой огромный набор (петабайты или гигабайты) структурированных, неструктурированных или полуструктурированных данных и их анализ для получения представления о каких-либо тенденциях [9].

В настоящее время основным источником информации для данной технологии является так называемый интернет вещей. В частности, по данным IoT Analytics к концу 2022 года насчитывалось 14,4 млрд подключенных устройств, а к 2027 году ожидается увеличения данного показателя по крайней мере до 29 млрд [11]. В соответствии с принципами работы интернета вещей все устройства и системы – от фитнес-трекеров и кофеварок до датчиков температуры на заводе и камер на улицах городов – должны постоянно генерировать и отправлять огромное количество отчетов системе управления. Соответственно все эти данные необходимо собирать, анализировать, передавать и хранить, что несёт за собой также потребность в вычислительных мощностях [4]. Хотя технологии интернета вещей и больших данных изначально развивались независимо друг от друга, с течением времени они стали взаимосвязаны. Кроме того, взаимосвязь между большими данными и интернетом вещей продемонстрировала конвергенцию двух технологий, которая наилучшим образом комбинирует эти технологии [9].

Иначе говоря, примерный жизненный цикл пакета данных выглядит так: подключенное к интернету устройство со специальным программным обеспечением,

собирающим данные для отчётного пакета, направляет его в специальное хранилище – так называемое озеро данных. Оно представляет собой место для хранения всех видов данных вне зависимости от степени их структурированности, типа и других характеристик. Далее на основе множества подобных пакетов данных появляется возможность генерации аналитических отчетов, графиков и пр. [10].

Многие промышленные предприятия при переходе к технологиям интернета вещей вместо полноценной реорганизации ИТ-инфраструктуры и бизнес-процессов с учётом новых возможностей всего лишь добавили новые аппаратные элементы и установили специальное программное обеспечение. Но данная тактика не может работать всегда и везде, из-за чего при обработке больших данных в системах промышленного интернета вещей могут возникнуть следующие проблемы:

- Высокая нагрузка на сеть – из-за одновременной передачи пакетов данных большим количеством устройств и систем пропускная способность сети может не справиться с нагрузкой, что может повлечь за собой как снижение скорости производительности сети, так и полную перегрузку оборудования, которая может привести к короткому замыканию.
- Угроза безопасности информации – поскольку большой объём данных постоянно передаётся через интернет, резко повышается риск перехвата данных и кибератак. По данным аналитического исследования российского разработчика продуктов для защиты и предотвращения кибератак Positive Technologies во втором квартале 2023 года наиболее распространёнными кибератаками стали утечки конфиденциальной информации (67%) и нарушение основной деятельности (44%) [6]. В то же время «Ростелеком-Солар» в своём аналитическом отчёте пишет, что в 1 квартале 2023 года количество кибератак продолжает расти, более актуальным стало направление киберразведки, а также специалисты советуют автоматизировать процесс реагирования на инциденты информационной безопасности [8].
- Сложность интеграции данных – в связи с использованием организациями множества разных устройств и систем появляется необходимость приведения информации в единый вид для более корректного анализа.
- Угроза сбоев – процесс анализа получаемых отчётов от устройств интернета вещей должен быть непрерывным, а часто ещё и в режиме реального времени. В то же время большое количество устройств может являться причиной различных сбоев и ошибок в работе оборудования и ПО.
- Высокое энергопотребление – из-за большого количества устройств и систем, а также необходимых для хранения и обработки данных вычислительных мощностей, возрастают траты на энергию.
- Недостаток стандартизации – поскольку отсутствуют единые стандарты для технологий промышленного интернета вещей и больших данных, появляются риски и сложности интеграции различных систем и данных.

Для нивелирования подобных проблем можно применить технологии искусственного интеллекта в качестве системы управления и анализа.

Искусственный интеллект представляет собой комплекс технологических решений, позволяющий имитировать когнитивные функции человека и получать при выполнении конкретных задач результаты, сопоставимые с результатами интеллектуальной деятельности человека [1]. В контексте Интернета вещей ценность искусственного интеллекта заключается в его способности быстро анализировать и

извлекать информацию из огромного объема данных, которые ранее просматривались людьми.

Наиболее распространённым методом в рамках технологии искусственного интеллекта является машинное обучение. Данный метод представляет собой анализ некоторого объёма данных искусственными нейронными сетями для определения каких-либо закономерностей, инструкций для определения которых не даётся [7].

При проектировании системы управления и анализа для промышленного интернета вещей на основе технологий и методов искусственного интеллекта (Система) необходимо тщательно проработать внутренние документы – планы, приказы, положения, регламенты, политики – для регламентации порядка разработки и дальнейшего применения системы, а также основных положений, требований и функциональных возможностей [3].

Также в процессе разработки системы управления и анализа с применением искусственного интеллекта требуется обеспечить следующий минимум внедряемых функциональных возможностей и элементов системы:

- Программные и аппаратные компоненты, позволяющие оптимизировать процесс передачи пакетов данных от устройств системе управления за счёт правильно настроенной временной задержки между отправкой пакетов, а также построения дерева графов с разграничением возможных путей доставки отчётов для снижения нагрузки на сеть.
- Мониторинг и выявление инцидентов информационной безопасности с учётом выполнения п. 1 позволит отслеживать и выявлять события информационной безопасности, не соответствующие схеме передачи данных, для своевременной реакции.
- Мониторинг состояния оборудования для своевременной его починки или замены позволит сократить денежные и временные (простой) затраты, поскольку оборудование дольше прослужит, а также не придётся заменять рядом стоящие технические средства, например, при цепной реакции от контрольного замыкания.
- Программные и аппаратные компоненты, образующие отказоустойчивую среду для обеспечения стабильной непрерывной работы ИТ-инфраструктуры даже при кибератаках на внутреннюю сеть.
- Анализ получаемых данных средствами Системы для сокращения потребляемой энергии средствами вычислительной и иной техники работниками, а также одновременной обработки, способствующей корректной интеграции данных.

Таким образом применение системы, в которой будут реализованы все требования, нивелирует перечисленные выше проблемы, применён принцип системности [2]. При этом сохраняется связность всех элементов – если рассматривать каждый сегмент по отдельности, некоторые подфункции дублируются между собой.

Достоинствами внедрения такой системы, помимо сокращения временных издержек, является также экономическая эффективность, которая выражается в следующих факторах:

- Сокращение прямых трат на работников, занимающихся обработкой и анализом информации.
- Сокращение косвенных трат на обеспечение информационной безопасности, так как за утечку некоторых видов данных могут выписать штраф, из-за

кибератак может приостановиться бизнес-процесс, что также приведёт к лишним убыткам (не полученная прибыль) и пр.

- Сокращение косвенных трат на замену оборудования по причине своевременной починки или покупки нового – снижены риски выхода из строя по причине постоянной высокой нагрузки; при поломке траты могут увеличиться также из-за возможного выхода из строя стоящих рядом технических и других средств.

Таким образом, применение технологий искусственного интеллекта в организациях становится не просто актуальной, но даже необходимой задачей с учётом постоянного возрастания объёмов информации, необходимости в оптимизации некоторых процессов и прогнозировании новых тенденций и событий.

В ходе выполнения работы были проанализированы и описаны такие технологии, как большие данные, интернет вещей и искусственный интеллект. В частности, была описана взаимосвязь больших данных и интернета вещей – при взаимодействии «умных» устройств и системы управления происходит обмен большим количеством пакетов данных, которые и представляют собой большие данные. Были выделены проблемы, возникающие при обработке больших данных в устройствах интернета вещей: высокая нагрузка на сеть, угроза безопасности, сложности интеграции данных, угроза сбоев, высокое энергопотребление, недостаточность стандартизации.

Также было определено, что для аналитики и отслеживания изменений в отчётах целесообразно использование технологий искусственного интеллекта. В связи с этим был предложен метод машинного обучения. При его внедрении должны соблюдаться минимальные требования, описанные в статье – оптимизация процесса передачи данных, мониторинг и отслеживание инцидентов информационной безопасности и состояния оборудования, образование отказоустойчивой ИТ-инфраструктуры, проведение анализа и прочих подобных операций средствами системы управления и анализа. Для закрепления перечисленных требований в организации необходимо составить некоторый перечень документации, регламентирующий все необходимые действия, закупки и др. В соответствии с вышеперечисленным цель данной статьи была достигнута.

Хотелось бы подчеркнуть, что при применении предложенных функций по отдельности тоже будет наблюдаться положительный эффект. Однако только при системном и комплексном подходе может быть обеспечен должный уровень работоспособности, безопасности и получаемых результатов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Указ Президента РФ от 10 октября 2019 г. № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации»
2. Веревкин, А. П. Искусственный интеллект в задачах моделирования, управления, диагностики технологических процессов : монография / А. П. Веревкин, Т. М. Муртазин. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. – 232 с.
3. Воловиков, Б. П. Формирование концепции стратегического развития предприятия на основе систем искусственного интеллекта : монография / Б. П. Воловиков. – Москва : Инфра-М, 2014. – 191 с.
4. Зараменских, Е. П. Интернет вещей. Исследования и область применения : монография / Е.П. Зараменских, И.Е. Артемьев. – Москва : ИНФРА-М, 2023. – 188 с.
5. Рощин, С. М. Современные интернет-технологии. Семь главных трендов : научно-популярное издание / С. М. Рощин. – 2-е изд. – Москва : Дашков и К, 2022. – 124 с.

6. Актуальные киберугрозы: II квартал 2023 года [Электронный ресурс] URL: <https://www.ptsecurity.com/ru-ru/research/analytics/cybersecurity-threatscape-2023-q2/> (дата обращения: 19.09.2023)
7. Искусственный интеллект: технологии и применение [Электронный ресурс] URL: <https://rdc.grfc.ru/2020/12/aitech/> (дата обращения: 19.09.2023)
8. Кибератаки на российские компании в I квартале 2023 года [Электронный ресурс] URL: <https://rt-solar.ru/analytics/reports/3445/> (дата обращения: 19.09.2023)
9. Internet of Things and Big Data – Better Together [Электронный ресурс] URL: <https://www.whizlabs.com/blog/iot-and-big-data/> (дата обращения: 15.09.2023)
10. How is Big Data Analytics shaping up Internet of Things (IoT)'s? [Электронный ресурс] URL: <https://www.analyticssteps.com/blogs/how-big-data-analytics-is-shaping-up-internet-of-thingsiots> (дата обращения: 17.09.2023)
11. State of IoT 2023: Number of connected IoT devices growing 16% to 16.7 billion globally [Электронный ресурс] URL: <https://iot-analytics.com/number-connected-iot-devices/> (дата обращения: 19.09.2023)

УДК 004

*Буйная Е. В., Крайнева Е. В.*

*1.К.э.н, доцент, доцент кафедры ПИТ*

*2.Студентка, II курс магистратуры*

*Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово*

## **ПОСТРОЕНИЕ АРХИТЕКТУРЫ ПРЕДПРИЯТИЯ ООО «БИЗНЕС-СОФТ ТЕХНОЛОГИИ» НА ПЛАТФОРМЕ WONDERSHARE EDRAWMAX.**

В статье рассматривается построение архитектуры предприятия на платформе Wondershare EdrawMax компании ООО «Бизнес-софт Технологии». Организация работает по трем основным направлениям деятельности: обучение, сопровождение и разработка новых программ. В связи с ростом размера компании обострились проблемы эффективности взаимодействия ее структурных подразделений, оценки и расшивки «узких» мест деятельности организации. В качестве анализа были построены информационные модели, бизнес-архитектуры, модель данных, проведена оценка портфеля прикладных систем. Для решения поставленных задач, были проанализированы программы построения архитектуры предприятия и в результате выбор остановился на Wondershare EdrawMax. На выбранной платформе была построена архитектура организации, выявлены основные проблемы и предложены решения.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** архитектура предприятия, миссия, стратегии, информационная модель, бизнес-архитектура, модель данных, портфель прикладных систем, платформе Wondershare EdrawMax.

Современные предприятия имеют сложную структуры взаимодействия разнообразных элементов, необходимых для его функционирования. Решить эти проблемы призван «архитектурный» подход как аналог системного подхода к сложным системам, однако у многих исследователей он вызывает вопросы. В ряде статей он рассматривается как «подмена ценностей: вместо изначальных — построение некоего математического аппарата, прообраза новой инженерной дисциплины, а может быть и научного направления, — происходит «скатывание» до пира с целью монетизации идей ЕА и подходов к ее описанию, которые остались еще на уровне алхимии» [1]. С одной стороны, мы согласны с автором, с другой, для сложных социально-экономических систем невозможно разработать единый, формализованный подход, который позволял бы эффективно управлять такой

системой. В нашей статье, мы попытались предложить практическую реализацию различных методик построения архитектуры предприятия.

Организация ООО «Бизнес-софт Технологии» базируется на трех основных направлениях деятельности.

**Внедрение ИС.** Разработка и внедрение бизнес - приложений одно из приоритетных направлений деятельности компании, поэтому любое решение осуществляется по проектным технологиям.

**Обучение ИС.** Центр Обучения предоставляет спектр учебных программ в области информационных технологий и бизнеса. Проводит обучение по подготовке кадров и работе в программных продуктах.

**Сопровождение ИС.** Сопровождение - это возможность получать помощь квалифицированных специалистов по всем вопросам работы информационных систем на регулярной основе.

Миссия организация состоит в: опытом, знаниями и профессионализмом способствовать эффективности управления и развитию бизнеса за счёт внедрения передовых инновационных технологий.

Стратегии организации:

- **Надежность и качество.** Качество работы - это приоритет. Компанией разработана, внедрена и поддерживается Система менеджмента качества (СМК). Существующая служба качества всегда быстро реагирует на обращения.
- **Опыт и профессионализм.** Специалисты компании умеют сочетать технические знания с экономическим подходом в процессе выработки рекомендаций и консультаций, за счет внедренной системы подготовки и обучения персонала - все сотрудники проходят обязательную аттестацию в Фирме «ИС».
- **Индивидуальная направленность на клиента.** Накопленный опыт позволяет находить уникальные решения и индивидуально подходить к потребностям клиентов. Специалисты компании определяют необходимые сервисы и регламенты сопровождения информационной системы клиентов.
- **Экономическая эффективность.** Оказывая качественные услуги по внедрению и сопровождению «ИС», компания нацелена на сохранение доступных и приемлемых цен в Кемеровской области. Таковую возможность дают высокий профессионализм специалистов и эффективная организация рабочего процесса.
- **Выгодное и долгосрочное сотрудничество.** Для удовлетворения растущих потребностей клиентов компания постоянно анализируем и расширяем перечень предоставляемых услуг. На сегодняшний момент в ассортименте решения для 45 отраслей, более 160 наименований продуктов с возможностью проведения бесплатной их демонстрации.

Было построено четыре архитектурные модели – Захмана, Gartner, методики META Group и TOGAF – для выбора наиболее показательных моделей архитектуры организации [5]. Модель Захмана (см. таблица 1) помогла выявить проблему повторяющихся функций сотрудников (одинаковые должностные обязанности). Модель Gartner помогла увидеть полноценную картину. Модель META Group

построить по данной организации не получилось – сложно сопоставить информацию с данной моделью. Модель TOGAF помогла выявить проблему с составлением технического задания – неограниченность проекта.

С помощью построения бизнес-архитектуры (как есть) удалось выявить проблему во взаимосвязях между сотрудниками – отдел сопровождения дает задачи напрямую разработчикам, консультант с менеджером не связаны (путаница с договорами). С помощью построения бизнес-архитектуры (как должно быть) удалось перестроить связи и исправить найденную проблему.

Таблица 1. Модель Захмана

	Данные (ЧТО?)	Функции (КАК?)	Сеть (ГДЕ?)	Организации (КТО?)	Расписание (КОГДА?)	Стратегии (ПОЧЕМУ?)
Директор (1 уровень)	Учетная политика организации, прайс-лист, перечень услуг	Обсуждение проекта, заключение договора с Заказчиком, решение направления деятельности: разработка/обучение/сопровождение	Отдельное рабочее место (рабочий кабинет)	Внешний заказчик, руководитель проекта, менеджер, преподаватель	Временные сроки, указанные в договоре	Получение прибыли от продажи ИС, получение стабильной прибыли от сопровождения, наращивание деловой сети.
Управляющий, руководитель проекта (2 уровень)	Основные объекты и функции ИС, концептуальная модель	Управление проектом: взаимодействие с Заказчиком, контроль и корректировка сроков исполнения, распределение и контроль выполнения задач по проекту	Отдельное рабочее место (рабочий кабинет)	Заказчик, главный программист, консультант	Календарный план выполнения работ составленный на основании ТЗ	Увеличение собственного заработка за счет успешной сдачи проекта, соблюдение сроков, возможность получения премии
Консультант, отдел сопровождения (3 уровень)	Углубленная модель ИС, потребности и требования Заказчика, задачи	Выявление потребностей заказчика, постановка задач главному программисту /специалистам, внесение поправок в бизнес-логику системы из замечаний Заказчика и разработчиков	Отдел разработки (ООО БСТ), отдел сопровождения	Заказчик, управляющий, главный программист, разработчики	Временные сроки, выделенные на разработку	Повышение заработной платы, возможность получения премии, получение новых знаний и опыта
Главный программист, специалисты (4 уровень)	Фактическое представление модели данных ИС, ТЗ, задачи	Постановка задач разработчикам, эффективное распределение нагрузки между разработчиками, соблюдение	Отдел разработки, отдел сопровождения	Руководитель проекта, консультант, разработчики	Временные сроки выполнения поставленных задач	Опыт в принятии нестандартных решений для уникальных задач, развитие управленческих навыков,

		сроков выполнения задач				возможность получения премии
	Данные (ЧТО?)	Функции (КАК?)	Сеть (ГДЕ?)	Организации (КТО?)	Расписание (КОГДА?)	Стратегии (ПОЧЕМУ?)
Разработчики (5 уровень)	Готовая таблица БД, конкретные задачи, программные средства для разработки, ГП / ИС	Выполнение поставленных задач, исправление ошибок вызванных на этапе тестирования	Отдел разработки	Консультант, главный программист	Временные сроки выполнения задач, поставленные главным программистом	Повышение в должности, повышение заработка, получение новых знаний, практика нетиповых разработок, опыт в решении нестандартных задач
Преподаватель (6 уровень)	Методички, теория, обучающие базы для демонстрации	Проведение выступлений, курсов, вебинаров и т.п., создание обучающих книг	Отдел обучения (отдельный кабинет и аудитория)	Директор, менеджер	Календарный план	Развитие направления по обучению (увеличение штата), повышение заработной платы

С помощью построения модели данных выяснилось, что большая часть документов хранится в электронном формате. В связи с этим открылась проблема в хранении данных – на сервере любой может переименовать папку или переложить документ в другую (дерево папок непостоянно). Для решения данной проблемы необходимо создать методологию по правильному хранению документов. Обучить всех сотрудников унифицированным правилам работы с деревом папок.

С помощью оценки портфеля прикладных систем удалось определить, что программу Migo необходимо вывести из эксплуатации. Вместо данной программы необходимо ввести в эксплуатацию более инновационную и функциональную программу – Draw.io. Также необходимо провести переоценку информационных программ. Так как они не отвечают всем требованиям, а служат только для связи.

Архитектура предприятия состоит из четырех основных блоков: бизнес-архитектура, архитектура данных, архитектура приложений, техническая архитектура (см. рисунок 1). Построенная архитектура предприятия представлена на



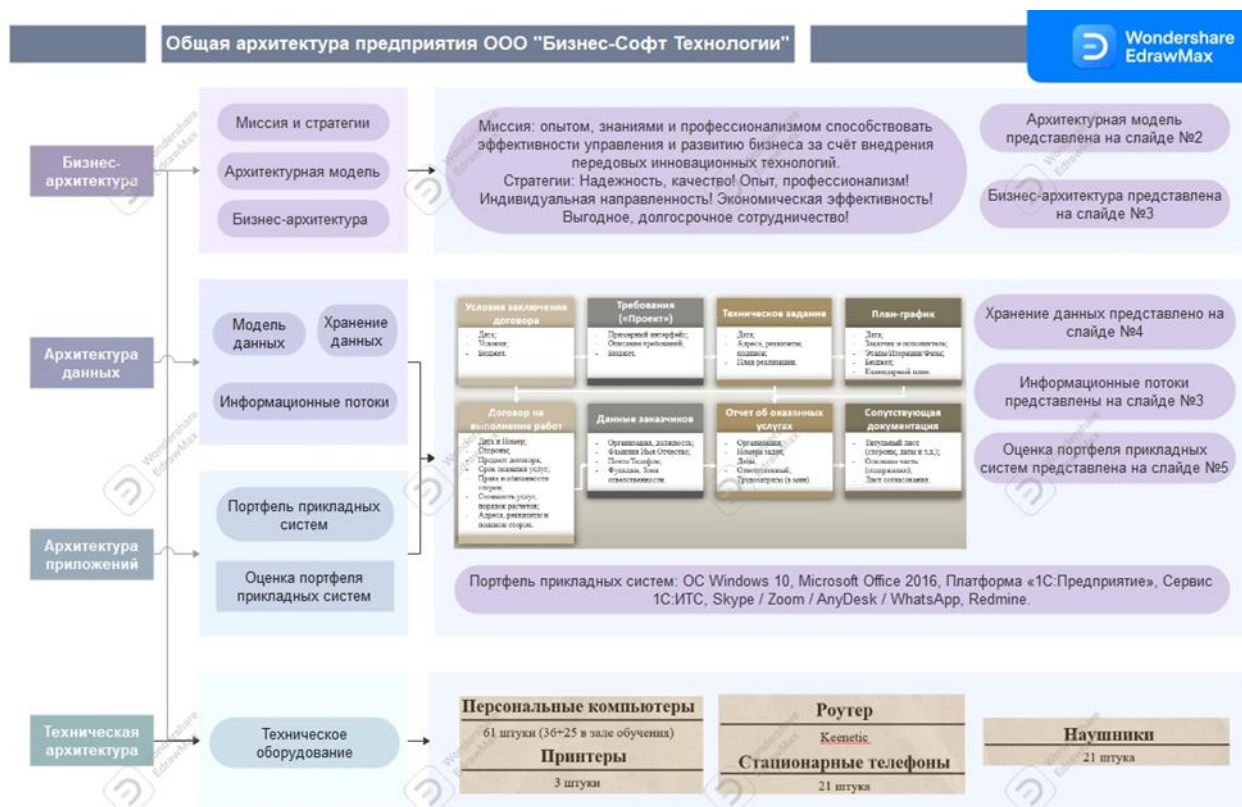


Рис. 1 – Архитектура ООО «Бизнес-Софт Технологии»

В организации существует множество мелких проблем, но можно выделить четыре основные глобальные проблемы [2-4].

1. Видение проекта разработчиками не носит целостный характер, т.е. каждый разработчик заинтересован лишь в выполнении конкретной задачи, поставленной ему. Это приводит к тому, что исполнители не нацелены на максимально безболезненную интеграцию с другими задачами, т.к. разработчик не закреплен за конкретным проектом.
2. Отслеживание выполнения и регистрации задач. Так как большинство обращений передаются через мессенджеры и на совещаниях словесно, они никак не регистрируются. Поэтому отслеживать выполнение очень сложно, что приводит к нарушению сроков и упускаются мелкие задачи, обращения и недочеты.
3. Плохая связь между отделами и сотрудниками. Большинство проектов являются общими для двух организаций, а связь с сотрудниками организации осуществляется только через руководителей. Отсутствует общий регламент по хранению данных: есть сетевые папки, но каждый создает структуру под себя, что приводит к дублированию информации и проблемам с ее поиском.
4. Плохо организованная информационная безопасность. Для входа в базы, разные сотрудники используют одни и те же учетные записи. Логин и пароли пересылаются по мессенджерам. Нет регулярной смены паролей. Нет заблокированных сайтов. Нет блокировки на скачивание и установку приложений.

В связи с выявленными проблемами можно предложить следующие пути решения:

1. Четкое разграничение обязанностей и корректировка должностных инструкций. Все проекты необходимо распределить по разработчикам. В каждом проекте назначить главного разработчика.
2. Для регистрации задач использовать приложение. Мы предлагаем приложение Redmine для отслеживания задач специалистов. В этом приложении удобно ставить задачи, проводить анализ выполнения и отслеживания по срокам. А также вести четкую структуру задач.
3. Проведение совещаний и доступ ко всем контактам с помощью DaData. Для налаживания связи между отделами и работниками необходимо изменить бизнес-процесс работы, проводить общие совещания. Для этого, на наш взгляд, удобнее использовать программу DaData с постоянно обновляющимися контактными данными каждого сотрудника.
4. Улучшить систему безопасности данных благодаря политике безопасности. Политика безопасности в компании должна включать: для каждого сотрудника персональную учетную запись входа в базы; организацию постоянной смену пароля; создание списка запрещенных сайтов.

Таким образом, мы полагаем, что «архитектурный» подход имеет право на существование, поскольку позволяет получить целостную картину функционирования предприятия. Основная проблема, на наш взгляд, в корректном выборе инструментария и платформы.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Enterprise Architecture vs алхимия предприятия. Ключевые мифы. – Режим доступа <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-metodov-prediktivnogo-vvoda-teksta> (дата обращения: 20.10.2023).
2. ГОСТ 34.201-89 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем.
3. ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-99 Информационная технология. Процессы жизненного цикла программных средств.
4. ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288-2005 Информационная технология. Системная инженерия. Процессы жизненного цикла систем.
5. Зараменских Е.П. Архитектура предприятия: учебник для бакалавриата и магистратуры / Е.П. Зараменских, Д.В. Кудрявцев, М.Ю. Арзуманян; под редакцией Е.П. Зараменских. — М.: Юрайт, 2019. — 410 с.

УДК 004.93

*Булдакова Т.И.*

*Д.т.н., профессор, МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва*

### **ФОРМИРОВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ ПРИ РАСПОЗНАВАНИИ ОБРАЗОВ В СИСТЕМАХ МОНИТОРИНГА**

В статье рассмотрены особенности распознавания образов в системах мониторинга. Отмечена важность этапа обучения модели для правильного распознавания зашумленного образа. Обсужден вопрос формирования рельефа потенциального поля при распознавании образов с помощью интеллектуальных технологий. Дана геометрическая интерпретация

процесса самоорганизации при формировании потенциальных функций. Приведен пример формирования рельефа потенциального поля при синергетическом подходе для задачи распознавания образов.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** Распознавание образов, эталоны, вектор характеристических признаков, интеллектуальные методы обработки, обучение модели, потенциальная функция, синергетическая самоорганизация

Системы мониторинга предназначены для систематического наблюдения за процессами и объектами для оценки их состояния и прогнозов развития. С этой целью в них реализуются процессы сбора, обработки и анализа различной информации, например, финансовых показателей банков, данных по концентрации вредных веществ в атмосфере, проходящей в СМИ информации по определенной тематике, информации о социально-экономическом состоянии региона и т.д. [1-3]. В рамках системы наблюдения происходит оценка, контроль объекта, управление состоянием объекта в зависимости от воздействия определённых факторов, приводящих к зашумлению собираемой информации. Результаты мониторинга могут служить для выработки решений по обеспечению работоспособности сложных технических объектов производства и безопасности людей [4-6].

Независимо от предметной области наиболее востребованной задачей для систем мониторинга является задача распознавания образов, в том числе по неполным данным.

К примеру, в связи с выбросом большого количества вредных веществ в воздух становится необходимым мониторинг состояния окружающей среды, как в промышленной сфере, так и в бытовых условиях [7]. Своевременное обнаружение, а также оценка концентрации вредных примесей в воздухе позволяют вовремя предотвратить отравление человека. В настоящее время активно ведутся разработки автоматизированных систем мониторинга, позволяющих выявлять и распознавать компоненты газовой смеси, присутствующей в воздухе. Сложность решения данной задачи состоит в том, что характеристики многих газов и их смесей с химической точки зрения схожи. Причем данные зачастую являются зашумленными. В связи с этим при анализе газовой составляющей окружающей среды встает проблема выделения образов газов и их дальнейшее распознавание.

В настоящее время для решения задачи распознавания зашумленных образов используется множество подходов, в том числе активно применяются интеллектуальные методы обработки, имитирующие процесс мышления человеческого мозга. При этом наиболее популярной технологией для распознавания образов являются ассоциативные нейронные сети, которые при обучении за счет самоорганизации формируют структуру функции энергии (потенциальное поле) с аттракторами, соответствующими эталонным образам. Указанным эталонам соответствуют локальные минимумы энергии.

Заметим, что в основе многих процессов самоорганизации в физических системах лежит принцип минимизации энергии в процессе движения (изменения фазовых переменных системы во времени). Самоорганизация проявляется в достижении системой вполне определенных устойчивых состояний, обеспечивающих минимальное значение энергии, и их сохранение при действии ограниченных флуктуаций. При этом динамика системы определяется действием сил, обусловленных соответствующим потенциальным полем (распределением энергии в фазовом пространстве системы).

Наглядным классическим примером из механики может служить движение шарика по холмистой местности. Движение происходит под действием силы тяжести с наложенной связью: шарик движется по параболе. При этом скорость скатывания пропорциональна крутизне склона.

В общем случае потенциальное поле  $E$  описывается функцией  $E = -\frac{\alpha}{2}p^2 + \frac{\beta}{4}p^4$ , где параметры  $\alpha$  и  $\beta$  определяют форму рельефа поля. В синергетике подобные параметры называют управляющими параметрами [8]. В рассматриваемом случае при  $\alpha \leq 0$ , система будет иметь только одно устойчивое состояние, а при  $\alpha > 0$  возможны два устойчивых состояния (рис. 1).

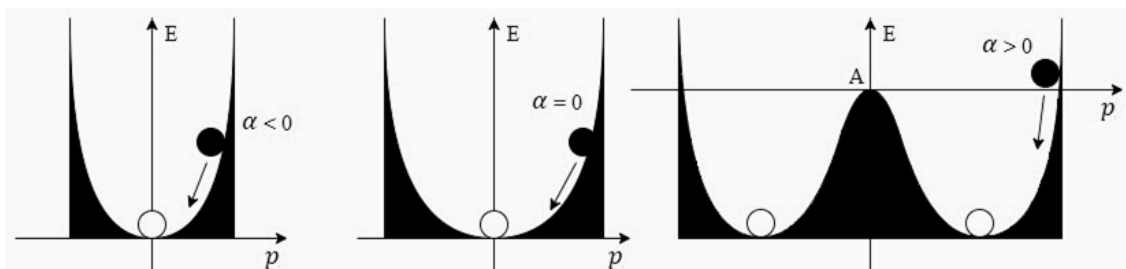


Рис. 1 - Рельеф потенциала системы с одной фазовой переменной  $p$  при различных значениях  $\alpha$

С позиций синергетики особый интерес представляет точка неустойчивого равновесия  $A$ . Эта точка возникает в результате деформации рельефа потенциала  $E$  при изменении управляющего параметра  $\alpha$  от отрицательных значений к положительным. При значении  $\alpha > 0$  рельеф симметричен относительно оси  $E$ , но система не содержит внутренних предпочтений (условий) скатывания из точки  $A$  в один из равновозможных устойчивых состояний. Выбор предпочтений случаен и определяется внешними случайными флуктуациями. В синергетике в подобных случаях говорят о неустойчивости, нарушающей симметрию, отмечая важную роль флуктуаций в процессах самоорганизации [9].

Зная выражение для потенциала, можно найти уравнение динамики системы:  $dp/dt = -dE/dp$ . Таким образом, динамику системы можно трактовать как движение шарика в пространстве со сложным рельефом (потенциальным полем). Процесс самоорганизации в рассматриваемом случае можно рассматривать как упорядочение или переход системы из различных возможных значений исходных точек  $p_0$  к определенному значению  $p_{opt}$ .

Проведена серия экспериментов по влиянию параметров  $\alpha$  и  $\beta$  на формирование формы рельефа. В этих экспериментах при фиксированном значении одного параметра дискретно изменялся другой параметр. Так, на рис. 2 приведены примеры результатов одного из экспериментов при фиксированном значении параметра  $\beta$  и различных значениях параметра  $\alpha$  (соответственно, -10, 0 и +10).

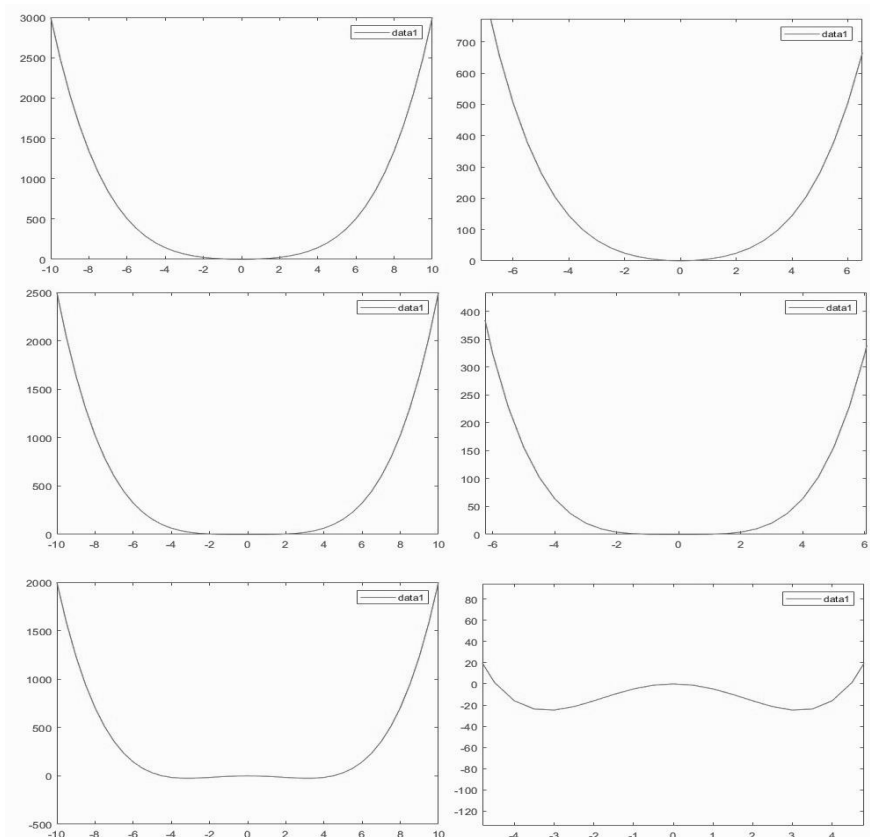


Рис. 2 – Изменение рельефа потенциального поля при  $\alpha \in \{-10, 0, 10\}$  и  $\beta=-1$

Видно, что, управляя параметрами  $\alpha$  и  $\beta$ , можно формировать разный рельеф потенциального поля.

В зависимости от конкретной задачи, решение которой основывается на явлении синергетической самоорганизации, возможны разные выражения для потенциала  $E$ . Рассмотрим формирование потенциальной функции  $E$  при синергетическом подходе для задачи распознавания образов [10].

В общем случае распознавание образов содержит два этапа:

- 1) формирование и запоминание эталонов, которые обозначим как векторы характеристических признаков  $V_k$ ,  $k = 1, \dots, K$ , где  $K$  – количество эталонов;
- 2) реализация выбранного механизма сравнения исходного распознаваемого образа, представленного вектором  $X$ , который содержит характеристические признаки, с эталонами.

Оба вектора  $V_k$  и  $X$  имеют одинаковую размерность  $N$ , то есть содержат одинаковое количество характеристических параметров.

В результате сравнения выбирается или формируется распознанный образ, который в наибольшей степени соответствует заданному эталону  $V_k$ .

Используя синергетическую модель Хакена, для различных значений параметров внимания  $\lambda_k$  проведено исследование рельефа при формировании потенциального поля вида

$$V = -\frac{1}{2} \sum_{k=1}^K \lambda_k (q^+ v_k)^2 + \frac{B+C}{4} \left( \sum_{k=1}^K (q^+ v_k)^2 \right)^2 - \frac{B}{4} \sum_{k=1}^K (q^+ v_k)^4.$$

На рис. 3 представлен двухмерный случай, когда параметры  $\lambda_k$  играли роль параметров  $\alpha$  и  $\beta$ .

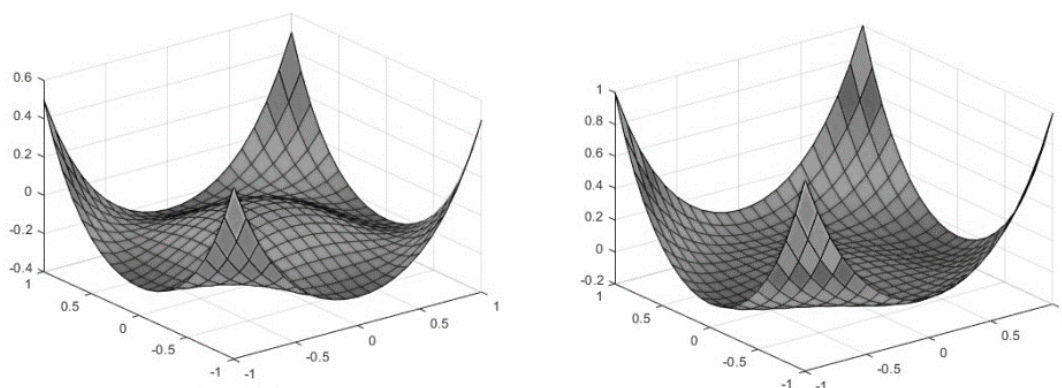


Рис. 3 – Виды потенциального поля при разных значениях параметров внимания

Из рисунка видно, что значения параметров внимания влияют на форму аттрактора, делая его склоны либо более пологими, либо более крутыми. Это позволяет выделять более значимую в данном контексте информацию, обращая внимание на те или иные характеристические признаки эталонов. Поэтому, задавая априори разные значения параметрам внимания, можно осуществить ранжирование информации по ее значимости для конкретной задачи распознавания образов.

Таким образом, формирование потенциального поля является важным этапом обучения интеллектуальной модели при решении задачи распознавания образов в системах мониторинга

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Buldakova T.I., Sokolova A.V. Structuring Information about the State of the Cyber-Physical System Operator // 5th International Conference on Information Technologies in Engineering Education (Inforino), Moscow, Russia, 2020, pp. 1-5. DOI 10.1109/Inforino48376.2020.9111654.
2. Dzhallolov A.S., Buldakova T.I., Proletarsky A. Socio-Economic Decision Support Module by Unstructured Data. Proceedings of the IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus). St. Petersburg and Moscow, Russia. 2020, pp. 1931–1934. DOI: 10.1109/EIConRus49466.2020.9039086.
3. Булдакова Т.И., Джалолов А.Ш. Управление развитием регионов на основе анализа рейтингов региональных процессов // Инжиниринг предприятий и управление знаниями: сборник научных трудов XXIV Международной научной конференции / под науч. ред. Ю.Ф. Тельнова. Москва: ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г. В. Плеханова», 2022. С. 16-22.
4. Зо Л.Хт., Суятинов С.И. Формирование ситуационной осведомленности на основе ментальных моделей при управлении сложными техническими объектами // Математические методы в технологиях и технике. 2021. № 2. С. 135-138.
5. Кизим А.В., Матохина А.В., Кравец А.Г., Мединцева И.П. Программный комплекс поддержки модернизации технических систем // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2019. Т. 7. № 2 (25). С. 311-324.
6. Булдакова Т.И., Колентьев С.В., Лифшиц В.Б., Суятинов С.И. Статистический и нейросетевой методы идентификации и прогнозирования в медицине // Информационные технологии. 2004. № 3. С. 60.

7. Гаев А.В., Роговский А.Д., Ланцберг А.В. Классификация физических объектов при помощи сверточных нейронных сетей на примере задачи распознавания газов // Технологии инженерных и информационных систем. 2019. № 1. С. 95-104.
8. Haken H. Synergetic Computers and Cognition—A Top-Down Approach to Neural Nets. 2nd ed. Springer, Berlin, Heidelberg, 2004. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-10182-7>.
9. Суятинов С.И. Интерпретация механизма синергетической самоорганизации // Математические методы в технологиях и технике. 2022. №11. С. 100-103. DOI 10.52348/2712-8873\_ММТТ\_2022\_11\_100.
10. Суятинов С.И., Булдакова Т.И., Вишневская Ю.А. Синергетическая модель ситуационной осведомленности человека-оператора в эргатических системах управления подвижными объектами // Мехатроника, автоматизация, управление. 2022. №6. С. 302-306.

УДК 004.436.4: 351.72

*Ерженин Р. В.*

*к.э.н., доцент кафедры финансового и стратегического менеджмента,  
Иркутский государственный университет, Иркутск*

## **ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЕРС-ДИАГРАММ В МОДЕЛИРОВАНИИ БЮДЖЕТНОГО ПРОЦЕССА**

В целях решения проблемы интеграции различных автоматизированных информационных систем, поддерживающих бюджетный процесс, авторами предлагается использовать новый подход к моделированию сложных информационных процессов и к анализу критически важных участков информационно-организационного взаимодействия. Основные положения новой методики моделирования и анализа включают базовые принципы, последовательный алгоритм декомпозиции и выбранную для графического отображения процессов нотацию ЕРС (Event-Driven Process Chain). Используя предложенные в данной статье основные положения новой методики, были сформированы различные графические диаграммы для одного из ключевых информационных процессов бюджетного цикла – санкционирования расходов бюджетных и автономных учреждений. Результатом моделирования и анализа одной из стадий бюджетного информационного процесса стали сделанные выводы относительно явного дублирования пользователями действий по вводу и обработке информации в различных информационных системах. Предложенный подход к моделированию и анализу сложного информационного процесса может использоваться как инструментальное средства проектирования в среде разработки прикладного программного обеспечения, а также в качестве методического средства для обучения профильных ИТ-специалистов навыкам использования графических языков моделирования.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** электронный бюджет; графический язык; проектирование; моделирование; ЕРС; санкционирование расходов; бюджетный процесс.

**Введение.** К одной из наиболее важной и, одновременно, сложной государственной функции вполне обоснованно относят деятельность по управлению финансами, которая по некоторым представлениям «вращается вокруг оси бюджетного процесса» [1]. В соответствии с Бюджетным кодексом РФ (ст. 6) бюджетный процесс – регламентируемая законодательством Российской Федерации деятельность органов государственной власти, органов местного самоуправления и других участников бюджетного процесса по составлению и рассмотрению проектов бюджетов, утверждению и исполнению бюджетов, контролю за их исполнением, осуществлению бюджетного учета, составлению, внешней проверке, рассмотрению и утверждению бюджетной отчетности.

Бюджетный процесс, как управленческая деятельность, подразумевает определенный порядок вступления в отношения различных субъектов, являющихся участниками не только законодательно регламентированного процесса, но и, одновременно, участниками масштабного информационного процесса. Планирование и исполнение бюджета, ведение бюджетного учета и формирование отчетности – это те сложные этапы бюджетного информационного процесса (БИП), которые в силу своей существенной трудоемкости не могут обойтись без средств автоматизации. Каждый из 600 тысяч участников БИП на своем участке ввода, обработки, передачи данных и информации использует различный набор прикладных программных систем: автоматизированные и информационные системы (АС и ИС), автоматизированные рабочие места (АРМ), модули и программные решения.

Существенной проблемой использования средств автоматизации в БИП является ее разрозненность и раздробленность. Так, в результате проведенного исследования [2] было выявлено 8 основных ИТ-компаний, каждая из которых может разрабатывать от 1 до 64 программных продуктов для автоматизации различных этапов бюджетного процесса.

Практика эксплуатация программных систем для БИП указывает на актуальную проблему интеграции различных систем и компонент, существенно ограничивающую скорость и качество принятия решений при перераспределении средств бюджетов и расходовании их конечными получателями. Неурегулированный процесс информационного взаимодействия участников БИП приводит к высокому уровню гетерогенности при функционировании различных программных систем и испытывает острую необходимость в их функциональной совместимости. В подобных условиях задачи моделирования и анализа БИП являются особо актуальными, однако к настоящему времени пока не находят своего применения в выявлении ключевых позиций решения проблем настройки эффективного информационного взаимодействия между многочисленными участниками БИП.

Целью данного исследования является разработка основных положений методики создания и использования графических диаграмм для анализа и моделирования БИП и апробация ее на описании одного из этапов БИП – санкционировании расходов бюджетных и автономных учреждений (далее – БИП санкционирования расходов БУ/АУ).

**Материалы и методы.** Проблемы использования графических языков моделирования в сфере государственного управления системно исследуются в основном в зарубежной литературе, в частности в работах J. Becker, D. Pfeiffer, M. Reckers [3], D. Yang, L. Tong [4], V. Trashlieva, T. Radeva [5] и ряда других. В России короткий всплеск активности исследований, связанных с организационным проектированием, бы связан с реформой административного управления и с развитием концепции «Электронная Россия» в середине 2000-х годов. Академические исследования и научные разработки в то время активно велись в различных направлениях [6,7], так в рамках отдельного НИОКР была создана система ОРГ-Мастер, а на ее основе инструментальное средство административного моделирования - программа ГОС-Мастер и встроенный в нее графический конструктор ГОС-МастерГрафикс [8]. По мнению разработчиков



новых инструментов это позволило на совершенно новом уровне настроить управление знаниями о деятельности госаппарата, в том числе за счет наглядности визуализации моделей информационных процессов. Однако, количество публикаций, посвященных новым подходам к моделированию управленческих процессов, и связанных с проблематикой оптимизации госаппарата, со временем стало снижаться. Фактов дальнейшего использования разработанных средств организационного моделирования и использования вышеназванного графического конструктора моделей для госструктур найти не представилось возможным.

В тоже самое время публикации, связанные с использованием других средств визуализации в организационном моделировании различной деятельности, можно найти в научных журналах и на различных тематических интернет-ресурсах. В целом, использование таких графических языков как UML, IDEF, EPC, ER, DFD, BPMN и т.п. традиционно связывают с повышением успешности реализации различных ИТ-проектов, т.к. именно такая форма проектирования и представления знаний «служит для увеличения взаимопонимания разработчиков, средством документирования и источником автоматической генерации программного кода» [9].

Как видно подобная концепция, предназначенная для визуализации знаний, значительно отличается от тех проектов организационного моделирования управленческой деятельности, где использовался ГОС-Мастер. Отчасти этим ограниченным подходом к оптимизации аппарата можно объяснить причины значительного количества неудач при создании различных ИТ-систем госуправления. Сфера общественных, финансов, рассматриваемая в данном исследовании, не является исключением, т.к. именно с ней связан один из самых дорогостоящих ИТ-проектов по созданию ГИИС «Электронный бюджет», который не удалось внедрить в установленные сроки [10]. Вероятней всего для успешного создания сложной ИС управления государственным бюджетом необходимо иметь особую методологию моделирования, в которой значительное место должен занимать графический язык моделирования и анализа, и методика по его использованию.

Выбор современного языка графической нотации связан с основной целью его использования. Целевым принципом нашего выбора в пользу нотации EPC (Event-Driven Process Chain - событийная цепочка процессов) является его адаптивность к рассматриваемому в данном исследовании бюджетному информационному процессу. Считается, что описание любой процессной деятельности и, особенно, связанной с обработкой данных, выполняемой одним субъектом (организацией или физлицом), может быть представлено более адекватно при помощи EPC, чем, например IDEF0 или IDEF3 [10]. Метод EPC-диаграмм использовался для описания различных процессов, в частности процессов обучающей компании [11], процессов производственно-сбытовой деятельности [10] и ряда других. Некоторые пользователи Системы проектирования прикладных решений фирмы 1С - 1С:СППР (где моделирование строится на нотации IDEF0), также высказывались [12] в пользу удобств нереализованной в системе нотации EPC. К этому следует добавить, что эталонные модели SAP изначально использовали для моделирования различных процессов и сценариев именно нотацию EPC. На сегодняшний день эталонные модели SAP являются одними из наиболее полных, включающих более 4 тыс. типов

сущностей и охватывающих более 1 тыс. бизнес-процессов и межорганизационных сценариев [13].

**Методика создания и использования графических диаграмм для анализа и моделирования БИП.** Подготовка полноценной методики создания и использования графических диаграмм для анализа и моделирования БИП – это достаточно непростой и творческий процесс, который не может быть окончательно закончен в рамках одной статьи. В данном исследовании мы сконцентрировались на тех особенностях, которые на наш взгляд, являются существенными не только для практического использования в создании ЕРС-диаграмм, но и для дальнейшего развития теоретического базиса для обоснования требований к визуальному представлению БИП.

В первую очередь, в основу разрабатываемой методики был заложен комплекс ключевых принципов, который, по существу, не ограничен указанным списком и может быть расширен:

**Принцип целеустремленности** отображения диаграммы на решение задачи эффективного использования ресурсов бюджета (деньги, инфраструктура, труд, время) за счет повышения качественных свойств информационных систем, в том числе связанных с созданием бесшовного (сквозного) информационного процесса.

**Принцип графического способа** отображения действительности в цепочках происходящих событий, позволяющего оперативно проводить анализ и моделирование главных и декомпозированных процессов БИП, в том числе специалистам, не обладающими полными компетенциями в предметной области.

**Принцип существенности** визуального отображения действительности за счет размещения на диаграмме необходимого количества адекватно воспринимаемых человеком графических знаков (артефактов, процессов, связей и других элементов), которые одновременно могут сформировать также и «машинное» представление об этих объектах в формате «сущность-связь».

**Принцип фрагментации знаний** об информационном процессе, необходимый для снижения сложности и облегчения восприятия специалистами существующих сложных связей между элементами диаграммы и происходящими событиями в информационных процессах.

**Принцип законченности** рассматриваемого процесса, который должен иметь свое четкое начало и логическое завершение.

Как видно, ряд указанных принципов имеют противоположные векторы. Так, с одной стороны, графический способ отображения действительности за счет абстрагирования и частичной дефрагментации знаний направлен на упрощение информации, где в какой-то мере возможна потеря существенности. В разрешении данного противоречия важным является принцип целеустремленности, основная задача которого как раз и заключается в достижении сбалансированности между простотой представления знаний и достаточностью информации об объектах и связях между ними для решения задачи анализа и синтеза модели.

Основные графические элементы, используемые при описании БИП указаны в таблице 1.

Таблица 1. Основные графические символы, используемые для описания БИП.

№	Название	Графический символ	Описание
1	Процесс		Блок представляет собой функцию - действие или набор действий, выполняемых субъектом над артефактом, в том числе с использованием ИС с целью получения результата. Внутри блока помещается наименование функции.
2	Событие		Событие - состояние, которое является существенным для целей моделирования БИП и оказывает влияние или контролирует дальнейшее развитие одного или более информационных процессов. Элемент отображает события, активизирующие функции или порождаемые функциями. Внутри блока помещается наименование события.
3	Субъект		Используется для отображения на диаграмме организационных единиц (должности, подразделения, роли, внешнего субъекта) - исполнителей, владельцев или участников функций. Внутри блока помещается наименование организационной единицы.
4	Электронная форма документа		Используется для отображения на диаграмме артефактов - электронных документов, сопровождающих выполнение функции. Внутри блока помещается наименование электронного документа.
5	Бумажная форма документа		Используется для отображения на диаграмме артефактов - бумажных документов, сопровождающих выполнение функции. Внутри блока помещается наименование бумажного документа.
7	Внешний процесс		Элемент, обозначающий внешний (по отношению к текущей диаграмме) процесс или функцию БИП. Используется для указания взаимосвязи процессов БИП: - обозначает предыдущий или следующий процесс по отношению к диаграмме рассматриваемого процесса; - обозначает процесс, откуда поступил или куда передается объект. Внутри блока помещается наименование внешнего процесса БИП.
8	Оператор XOR ("Исключающее ИЛИ")		Оператор "Исключающее ИЛИ" используется для обозначения слияния/ветвления функций и для слияния событий.
9	Оператор AND ("И")		Оператор "И" используется для обозначения слияния/ветвления как функций, так и событий. Если завершение выполнения функции должно инициировать одновременно несколько событий, то это обозначается с помощью оператора "И", следующего после функции и перед событиями.
10	Оператор OR ("ИЛИ")		Оператор "ИЛИ" используется для обозначения слияния/ветвления функций и для слияния событий. По правилам нотации ЕРС после одиночного события не может следовать разветвляющий оператор "ИЛИ". Если завершение выполнения функции может инициировать одно или несколько событий, то это обозначается с помощью оператора "ИЛИ", следующего после функции и перед событиями.
11	Стрелка		Стрелка отображает связи элементов диаграммы процесса ЕРС между собой. Связь может быть направленной и ненаправленной в зависимости от соединяемых элементов и типа связи.

Базовый алгоритм использования рассматриваемой методики включает несколько основных этапов:

1. **Поиск первоисточников и анализ их содержания** (нормативно-правовых актов, порядков и других документов, регламентирующих действия специалистов в условиях использования ИС);
2. **Интервьюирование профильных специалистов** не предмет разъяснения положений первоисточников и уточнения деталей.
3. **Комплексный анализ** полученной информации об информационном процессе, включающий определение субъектов управления, выделение главных процессов и связанных с ними информационных систем.
4. **Итерационное моделирование главных процессов**, учитывающее одновременно все требования указанных ранее принципов.
5. **Декомпозиция главных процессов** до уровня, позволяющего проанализировать действия субъектов управления и сформировать требования к модели системы.
6. **Анализ графической модели**, сформированной из набора диаграмм, в целом направленный на решение задачи повышения эффективности функционирования информационных систем, используемых в процессах БИП.
7. **Формирование предложений** по совершенствованию архитектуры информационной системы и реинжинирингу БИП.

**Результаты апробации методики создания и использования графических диаграмм для анализа и моделирования БИП.** Следуя выбранному принципу законченности и обозначенному в предыдущем разделе алгоритму, в качестве документального источника описания одного из подпроцессов БИП - санкционирование расходов БУ/АУ использовался Приказ Министерства финансов Иркутской области №90н-мпр от 11.12.2020 г. «О порядке санкционирования расходов бюджетных (автономных) учреждений Иркутской области, источником финансового обеспечения которых являются средства, полученные бюджетными (автономными) учреждениями Иркутской области в соответствии с абзацем вторым пункта 1 статьи 78.1 и пунктом 5 статьи 79 Бюджетного кодекса РФ».

В качестве инструмента моделирования используется SILA Union. Основные преимущества:

- возможность создавать свои типы моделей, объектов, связей, атрибутов, удовлетворяющие нашим потребностям и раскрывающие процесс исполнения бюджета по расходам;
- бесплатный доступ ко всему функционалу;
- хранит модели и данные в едином информационном пространстве – репозитории, доступ к которому предоставляется посредством выдачи логина и пароля;
- в отличие от других инструментов обладает более выразительными и наглядными объектами.

В качестве интервьюеров - сотрудники учреждений указанного региона и специалисты, обеспечивающие поддержку функционирования прикладных информационных систем.

Анализ деятельности по санкционированию расходов БУ/АУ позволил выделить:

- а) группу «Субъект. Организация» и связанную с ними группу уполномоченных соответствующей организацией сотрудников - физических лиц на совершение различных действий с данными, информацией и денежными средствами (см. рис. 1);
- б) группу главных информационных процессов БИП, в которых уполномоченные обрабатывают информацию, а также принимают на ее основе решения, связанные с контролем (см. рис. 2);
- в) группу информационных процессов верхнего уровня, на примере порядка исполнения регионального бюджета по расходам (см. рис. 3);
- г) группу основных последовательных процессов от подготовительного процесса, связанного с заданием параметров контроля, до финального процесса отражения фактов кассового и фактического расходов (Таблица 1);
- д) группу процессов БИП с отображением действующих информационных систем, «их входов» и «выходов» и последовательности производимых действий с документами.
- е)
- ф)

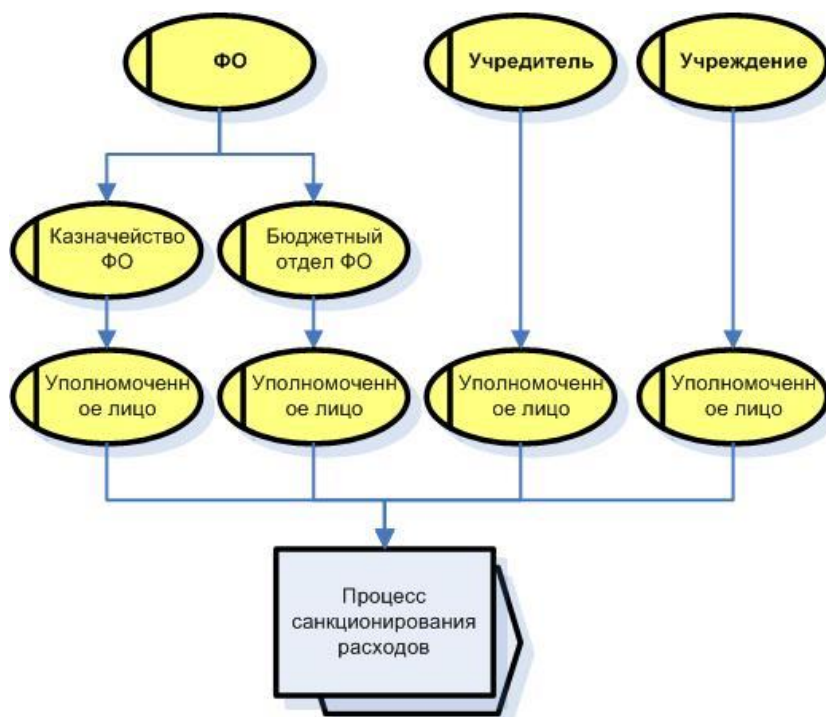


Рис. 1. Субъекты процесса санкционирования расходов БУ/АУ

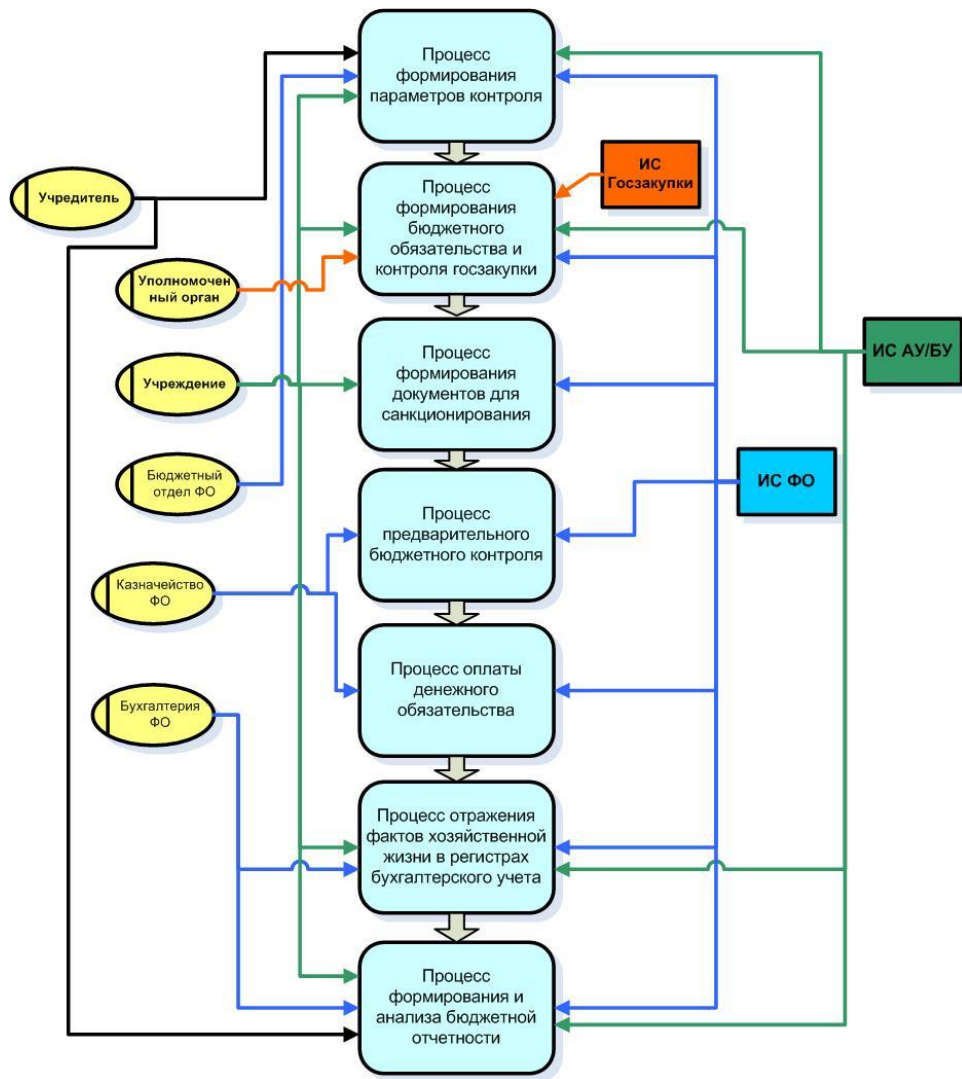


Рис. 2. Графическая схема главных процессов БИП.

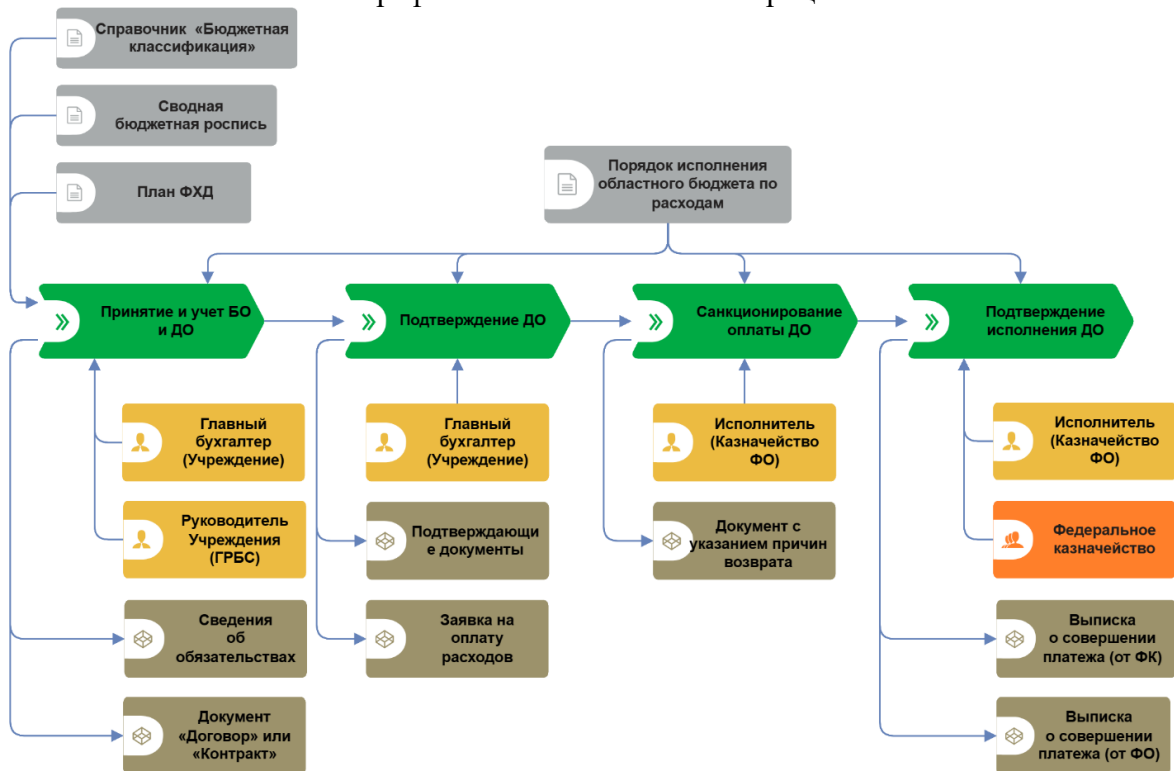


Рис. 3. Диаграмма процессов верхнего уровня, VAD.

Таблица 2. Описание исполнения расходов бюджета в нотации ЕРС

Этапы по VAD	Функции по ЕРС	Входящие документы	Формируемые документы	Исполнитель	АИС
Принятие и учет БО и ДО	Формирование БО и ДО	1) План ФХД 2) Сводная бюджетная роспись 3) Справочник «Бюджетная классификация»	1) Сведения об обязательствах 2) Документ «Договор» или «Контракт»	Учреждение ГРБС	АИС БУ/АУ, ЕИС Госзакупки, АИС ФО
	Контроль при постановке на учет БО и ДО	1) Сведения об обязательствах 2) Документ «Договор» или «Контракт»	1) Документ с указанием причин возврата	Казначейство ФО	АИС ФО Информация дублируется в АИС БУ/АУ
Подтверждение ДО	Формирование документов для санкционирования расходов	1) Сведения об обязательствах 2) Документ «Договор» или «Контракт»	1) Подтверждающие документы 2) Распоряжение в форме заявки на оплату расходов	Учреждение	АИС БУ/АУ Инф. дублируется в АИС ФО
Санкционирование оплаты ДО	Контроль и проверка документов	1) Подтверждающие документы 2) Распоряжение в форме заявки на оплату расходов	1) Документы с указанием причин возврата (отказ в оплате)	Казначейство ФО	АИС ФО Инф. дублируется в АИС БУ/АУ
Подтверждение исполнения ДО	Перевод денежных средств на лицевой счет Учреждения	1) Распоряжение в форме заявки на оплату расходов	1) Выписка о совершении казначейского платежа (от ФК)	ФК	АИС ФК Платежная система Инф. дублируется в АИС ФО
	Оплата ДО	1) Выписка о совершении казначейского платежа (от ФК)	1) Выписка о совершении казначейского платежа (от ФО)	Казначейство ФО	АИС ФО Платежная система Инф. дублируется в АИС БУ/АУ

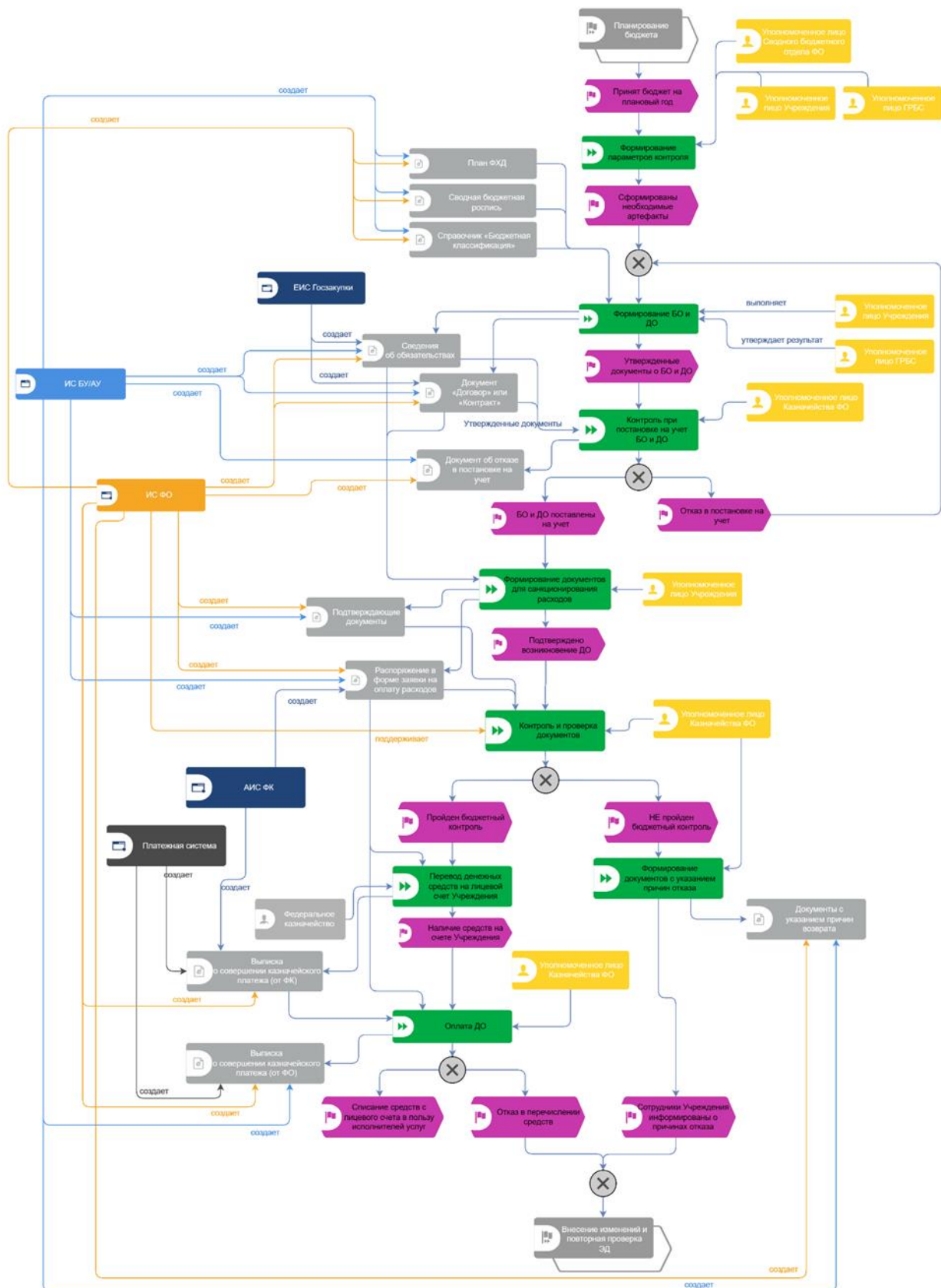


Рис. 4. Описание исполнения расходов бюджета в нотации EPC

## Выводы.

Сформированное графическое отображение одного из этапов бюджетного процесса позволило обозначить главные информационные системы, используемые в обработке информации, а также выделить последовательность производимых



действий с атрибутами через «входы» и «выходы» ключевых участков ввода и обработки информации.

Разработанные в данном исследовании графические диаграммы, с одной стороны, показывают некоторую макроструктуру с оптимальным количеством деталей, что позволяет достаточно быстро идентифицировать целиком проблему информационно-интеграционного взаимодействия участников БИП, а не фрагментарно как «из окна» только одного разработчика программного обеспечения.

С другой стороны, выбранная в качестве инструмента моделирования нотация ЕРС позволяет описывать архитектуру информационных взаимодействий, сопровождающих процесс исполнения бюджета, на новом – более качественном уровне, несравнимым с текстовым описанием на языке бюджетного права.

Кроме этого, к одному из важных результатов использования предложенной методики следует отнести и возможные перспективы создания альтернативного варианта архитектуры информационных взаимодействий, сопровождающих БИП с формированием требований к программному продукту, поддерживающему сквозной процесс исполнения бюджета. Таким образом, новая (бесшовная) модель архитектуры способна обозначить заинтересованным лицам тот путь развития информационной системы, на котором можно более рационально и обосновано использовать имеющиеся ресурсы.

### **Заключение.**

Предложенная в данном исследовании методика базируется на использовании нормативно-правовой формы описания информационного процесса. Подобная форма не всегда явным образом отражает последовательность действий пользователей в информационной системе, т.к. нормативно-правовой документ может содержать одновременно и как избыточную информацию, не имеющую отношение к процессу ввода и обработки данных, так и недостаточную для этого процесса информацию. В реальной жизни подобные пробелы компенсируются опытом специалиста, однако не всегда эти знания отличаются точностью и полнотой. В целом подобные дескриптивные описания предметной области содержат множество противоречий и казусов и пока недостаточно пригодны для прочтения неподготовленным человеком или для автоматической машинной обработки.

Возможно одним из перспективных направлений использования ЕРС-нотации можно считать возможность первоначального создания нормативно-правового документа в формате графической диаграммы. Поэтому перспективная научно-практическая задача заключается в поиске и разработке методов, способных представить описание предметной области БИП в виде такого языка, который одновременно будет понятен и человеку (специалисту и неспециалисту), и машине, которая сможет облегчить нелегкую работу по проектированию и разработке информационной системы.

### **ЛИТЕРАТУРА:**

1. Аветисян И. А. Бюджетный процесс как инструмент управления государственными и муниципальными финансами / И. А. Аветисян // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2012. № 1(19). С. 121-135.

2. Ерженин Р. В. Классификация и типизация профессионального программного обеспечения сферы управления общественными финансами / Р. В. Ерженин // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Информационные технологии. 2019. Т. 17. № 4. С. 57-65.
3. Becker J., Pfeiffer D., and Reckers M. A Process Modeling Language for the Public Sector – the PICTURE Approach // Wybrane Problemy Elektronicznej Gospodarki. 2007. p. 271-281.
4. D. Yang and L. Tong. Modeling E-government Administrative Processes using Unified Modeling Language. 2006 IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics, Shanghai, China, 2006, pp. 983-987.
5. Trashlieva V., Radeva T. Administrative process modeling: an introduction to administrative services and procedures // Industry 4.0. 2018. vol. 3. №. 1. pp. 54-57.
6. Моделирование деятельности органов власти, государственных и муниципальных организаций. Проект стандарта представления полной организационной модели. Отчет о проведении научно-исследовательской работы, шифр темы: 22.5.1. 2006.
7. Моделирование деятельности органов власти, государственных и муниципальных организаций // Отчет о проведении научно-исследовательской работы, шифр темы: 22.5.1, 2006 г.
8. Макаревич М. И. Государственное и муниципальное управление: методология, практика и возможности компьютерного моделирования структур, функций, процессов органов власти: учебное пособие. СПб: НИУ ИТМО. 2012. 87 с.
9. Афанасьев А.Н., Войт Н.Н., Воеводин Е.Ю., Гайнуллин Р.Ф. Анализ диаграмматических моделей в процессе проектирования автоматизированных систем // Объектные системы. 2015. №10. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-diagrammaticheskikh-modeley-v-protsesse-proektirovaniya-avtomatizirovannyh-sistem> (дата обращения: 18.01.2023).
10. M. Ganzha, L. Maciaszek, M. Paprzycki, D. Ślęzak (eds). Position and Communication. Papers of the 16th Conference on Computer Science and Intelligence Systems. ACSIS. 2021. Vol. 26, pp. 193–200.
11. Зарипова Р. Х. Использование EPC-диаграмм в моделировании бизнес-процессов производственно-сбытовой деятельности малых предприятий швейной отрасли / Р. Х. Зарипова, М. Н. Рассказова, В. И. Стариков // Омский научный вестник. 2016. № 5(149). С. 155-159.
12. Проектирование в 1С на практике. 1С:СПП <https://www.klerk.ru/soft/articles/381256/>
13. V.F. van Dongen, M.H. Jansen-Vullers, H.M.W. Verbeek, W.M.P. van der Aalst. Verification of the SAP reference models using EPC reduction, state-space analysis, and invariants. Computers in Industry. Volume 58, Issue 6, 2007, Pages 578-601.

**УДК 378: 378.4: 004**

*Ермашкевич Н.С., Пашков П. М.*

*1. канд. экон. наук, доцент кафедры прикладной информатики, НГУЭУ, Новосибирск*

*2. канд. экон. наук, доцент кафедры прикладной информатики, НГУЭУ, Новосибирск*

## **КОНЦЕПЦИЯ АРХИТЕКТУРЫ ЭКОСИСТЕМЫ ПРОЕКТНОГО ОБУЧЕНИЯ В УНИВЕРСИТЕТЕ**

В статье исследуются подходы к развитию проектного обучения в университетах. Цель исследования заключается в разработке концепции архитектуры экосистемы проектного обучения. В результате исследования выявлены особенности экосистемы проектного обучения, построена модель цепочки ценности экосистемы проектного обучения, предложена концепция архитектуры экосистемы проектного обучения, позволяющая принимать эффективные решения по ее развитию.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** высшее образование; архитектура; экосистема; проектное обучение; проектная деятельность; проект; инструменты цифровой трансформации, управление образовательными системами

## **Введение**

Вопросы реформирования и адаптации системы высшего образования к сложившимся мировым экономическим и политическим условиям в целях обеспечения потребностей регионов и отдельных отраслей высококвалифицированными кадрами в разрезе профессионально-квалификационной структуры находятся под пристальным вниманием государственной власти. В первую очередь это проявляется в согласовании образовательных и профессиональных стандартов, формировании списка приоритетных направлений подготовки и активном вовлечении потенциальных работодателей в процесс подготовки кадров.

Результативность этих механизмов определяется применением современных образовательных технологий, позволяющих работодателям корректировать образовательный результат и проводить оценку компетенций, получаемых обучающимися не на стадии ассесмента выпускника при приеме на работу, а в процессе обучения путем выстраивания тесной партнерской связи с образовательными учреждениями. Для этого вузы привлекают представителей работодателя к разработке образовательных программ, проведению мастер-классов для студентов и прямому участию преподавателей-практиков в образовательном процессе по профильным дисциплинам.

Однако эти образовательные технологии не позволяют в полной мере решить ключевую проблему недостаточности полученного опыта, с которой очередь сталкиваются выпускники при устройстве на работу и прохождении ассесмента, несмотря на все виды различных практик, предусмотренных образовательными программами.

Одним из действенным инструментом привлечения компаний-работодателей в учебный процесс может стать проектный подход в обучении, позволяющий и обеспечить для них несомненные выгоды, мотивационные стимулы и комфортные условия взаимодействия с образовательными организациями.

Несмотря на то, что проектное обучение все более широко используется в университетах, данная образовательная технология сталкивается с существенными сложностями при комплексном внедрении в повсеместную образовательную практику высшей школы в силу недостаточной исследованности целого ряда вопросов.

Среди основных видов проектов, используемых в проектном обучении, можно назвать:

- проекты, в которых заказчиком выступают представители коммерческого сектора экономики, направленные на решение конкретной прикладной задачи;
- проекты, выполненные по заказу органов государственной и муниципальной власти, направленные на решение задач регионального устойчивого развития;
- научно-исследовательские проекты;
- инициативные (предпринимательские) и социальные проекты;

- проекты в сферах волонтерства, экологической инициативы, культуры и творчества и многие другие.

Процесс управления проектным обучением реализуется в мульти проектной среде в которой увеличение количества студенческих команд, одновременно принимающих участие в проектной деятельности, приводит к значительному усложнению её организации, возникновению ресурсных дефицитов, что затрудняет координацию деятельности этих субъектов, а также усложняет её сопровождение на протяжении всего проектного цикла со стороны курирующих данное направление структур управления.

Из этого следует, что применение проектного обучения ведет к формированию в университете экосистемы, включающей множество разнообразных видов проектов с их участниками и руководителями, внешних внутренних заказчиков, организаторов учебного процесса и проектной деятельности. Для решения проблемы координации проектного обучения целесообразно применить экосистемный подход и сформировать стратегию формирования платформы поддержки проектного обучения.

Пути применения экосистемного подхода в университетах нашли свое отражение в трудах отечественных и зарубежных исследователей [1, 2, 3, 4]. Однако вопросы консолидации экосистемы проектного обучения остаются недостаточно проработанными, в частности, недостаточно освещена концепция архитектуры экосистемы проектного обучения в вузе.

Целью исследования является определение концепции архитектуры экосистемы проектного обучения в университете, способствующей принятию эффективных решений по ее развитию. Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

1. Выявить особенности развития проектного обучения в университете, дающие возможность разработать модель цепочки ценности экосистемы проектного обучения;

2. Разработать модель цепочки ценности экосистемы проектного обучения в университете, позволяющие определить концепцию экосистемы проектного обучения;

3. Определить концепцию архитектуры экосистемы проектного обучения в университете, что будет способствовать принятию эффективных решений по ее развитию.

Рассмотрим особенности развития проектного обучения в университете как первооснову моделирования цепочки создания ценности в экосистеме проектного обучения в университете.

### **1. Особенности развития проектного обучения в университете**

Проектное обучение нельзя отнести к совершенно новому подходу, поскольку еще в начале XX века [5, 6] были сделаны первые активные попытки его внедрения. Однако, в то время данный инструмент не получил широкого распространения в силу отсутствия условий, методологического аппарата, а также неразвитости системного подхода к управлению проектами, оформившегося, как научное знание, значительно позже в 70-х годах XX века.

До сих пор в научных кругах ведется полемика о критериях эффективности проектного обучения, суть которой заключается в противопоставлении проектного обучения как образовательная технология направленной на опыт, получаемый обучающимся (обучение через деятельность как цель образовательного процесса), и проектной деятельности как таковой (в которой, основной акцент делается на достижении целей проекта и создании продукта проекта для заказчика). Несмотря на эту полемику значительные изменения, произошедшие в современной высшей школе, позволили признать проектное обучение действенным методом, открывающим значительные возможности в области развития практико-ориентированного образования.

Наряду с этим, следует отметить, что сложности, с которыми сталкивается системное внедрение проектного обучения в университетах, обусловлено с одной стороны особенностями вузовской среды, проявляющейся в высокой регламентированностью её основных процессов, малой динамичности и медленным принятием изменений. Эти факторы обусловлены, прежде всего, отсутствием стратегического видения в области оценки ценностей [7], развиваемых проектным обучением, а также несформированностью экосистемы проектного обучения, позволяющей поддерживать и реализовывать эффективное управление как самим процессом, так и его образовательным результатом. В этой связи представляется целесообразным отдельно остановиться на особенностях развития проектного обучения в университете, как факторе позволяющем осуществить трансформацию цепочки ценностей проектного обучения с целью повышения его эффективности и формирования стратегического видения его развития на основе экосистемы поддержки. К особенностям развития проектного обучения в университете можно отнести:

1. *В процессе проектного обучения должны формироваться образовательные эффекты.* Основными образовательными эффектами являются:

а. осознанность образовательного процесса для обучающегося, при использовании проектного подхода, возникает необходимость в получении знаний с целью их применения для решения проектной задачи. заключатся в формировании;

б. рост мотивации студентов за счет пережитого ими собственного опыта, связанный с пониманием границ выполняемого проекта, его практической значимостью и наглядностью получаемого конечного результата (продукта проекта);

с. закрепление теоретических знаний на практике, переход от пассивного слушания к деятельностному подходу, в котором «умеет» применять / анализировать / сравнить и оценить результат, «владеет» инструментами и методиками может рационально выбирать и применять, превалирует над просто «знает», слышал от преподавателя во время лекции;

д. развитие нестандартных подходов к решению интересной задачи способствует выработке исследовательских навыков и формированию творческого мышления.

Однако, зачастую такой формат получения знаний подходит не всем студентам, так как требует от них командной работы, коммуникаций, приложения самостоятельных усилий по поиску знаний и предполагает готовность к

восприятию многомерного пространства решений, в котором верный ответ может и не быть найден в ходе реализации проекта. Формирование образовательных эффектов может быть также ограничено спецификой направления подготовки. В таком случае образовательные эффекты не формируются или деформируются.

2. *Сложность оценки формируемых компетенций, полученных каждым участником команды.* Выполнение группового проекта, даже при условии субъектной позиции преподавателя-наставника и его вовлеченности в сопровождение проектной команды, безусловно сталкивается с проявлением дилеммы «заключенного» и эффектом «безбилетника», что проявляется в неравномерности нагрузки, приводящейся на студентов - участников команды и распределения зоны ответственности и обязанностей в рамках учебного проекта, а также в необходимости выставления условно-одинаковой оценки за выполнение изначально разноуровневых проектных задач. Индивидуальный подход к обучению возможен только при условии адекватной проектной нагрузки, приходящейся на преподавателя наставника и наличии всех необходимых условий для эффективного сопровождения проектного обучения.

3. *Повышение открытости университета и системы образования.* Проектное обучение позволяет студентам активнее взаимодействовать с внешней среды, проявлять проактивную позицию в процессе изучения особенностей отрасли и рынка, профессиональной специфики, что дает вузу возможность готовить специалистов, соответствующих требованиям рынка (обладающих актуальными знаниями), а работодателям начать процесс подбора кандидатов на стадии обучения, когда процесс обучения специалистов за счет реализации проектов адаптирован к специфике организации-партнера. Система образования получает возможность научить вузы работать с запросами рынка (путем включения представителя заказчика, как эксперта в профильной области проекта) и устанавливать контакты с партнерами, поддерживая перманентную коммуникацию. Вместе с тем, возрастают репутационные риски, риски, связанные с профессиональной деформацией студентов и т.д.

4. *Завышенные / заниженные ожидания заказчиков.* В рамках взаимодействия университетов с потенциальными партнерами (держателями кейсов проектного обучения, выступающими в роли заказчиков-работодателями) в поисках практико-ориентированных задач, происходит искажение изначального запроса на тему исследования или тему проекта, выполняемого студенческой проектной командой. Завышенные ожидания заказчиков приводят к разочарованию представителя заказчика и формируют отрицательную деловую репутацию, потерю интереса к продолжению сотрудничества. Заниженные – к созданию запроса на основе либо решения неактуальных проблем, либо формальных – общих тем, результатом работы проектной команды в таком случае является обтекаемое неконкретное решение, в работе над которым студенты не могут раскрыть свой потенциал (образовательные эффекты не проявляются в полной мере), а полученный в итоге результат (продукт проекта) изначально не представляет интереса для заказчика.

5. *Кадровый голод.* Работа со студенческими проектными командами требует особого подхода и набора компетенций, поэтому для управления проектной деятельностью студентов необходимо формирование сообщества наставников,

трекеров и тьюторов (с привлечением не только штатных преподавателей, но и практиков – представителей бизнес-сообщества), владеющих современными технологиями работы, как с содержанием проекта, так и со студенческими командами, что в условиях ограниченности финансовых ресурсов не всегда представляется возможным.

6. *Необходимость формирования цифрового следа.* Значительно возросло число работодателей и учебных заведений, которые отдельно оценивают портфолио кандидата или соискателя. Проектное обучение дает возможность продемонстрировать прирост компетенций, а также оценить направления, в которых развивался студент (углубление знаний в области профессиональной специализации / расширение области познания – знакомство, погружение в смежные или несмежные профессии). Однако, на данный момент отсутствует единая методика оценки приращения знаний (развития / формирования компетенций), а фиксация цифрового следа становится рутинной или переходит в другую крайность – превращается в «достигательство-спорт» для получения грамот участника проекта.

7. *Бюрократизация* – заключается в сложной и подчас бессистемной разработке нормативно-правовых актов (НПА), регламентирующих процесс проектное обучение, которые имеют слабую корреляцию с действующими положениями и содержат противоречия по отдельным вопросам. Осуществление проектного обучения предполагает разработку целого комплекса внутренних НПА, его интеграцию в правовое поле университета (посредством учебных планов, формализация инструментов и методов оценки проектной деятельности студентов, разработки рабочих программ и т.д.), закрепление определённого статуса и ответственного структурно подразделения (или децентрализованного, реализуемого на каждом факультете обособленно по своим законам и правилам), осуществляющего координацию и сопровождение процесса.

8. *Уровень цифровой зрелости электронной образовательной среды (ЭОС).* С момента начала внедрения ИТ-технологий как в учебный образовательный процесс и процесс управления образованием, большинство университетов сформировало собственную ЭОС, которая развивалась на основе внедрения отдельных ИТ-решений, адекватных тактическим задачам и финансовым возможностям образовательной организации. На данный момент ЭОС каждого вуза как правило не является однородной, а представляет собой сложный комплекс ИТ-решений с разной степенью интеграции. Поддержка и сопровождение проектного обучения в таких ЭОС университета, приводит к внедрению полуавтоматизированного частичного решения, в котором большинство функций задач выполняются в ручном режиме.

9. *Не системность внедрения проектного обучения.* Непродуманность архитектуры встраивания проектной деятельности в образовательный процесс, излишняя централизация (замкнутость процесса принятия решений на самом высоком уровне управления), как и децентрализации функций, приводящая к разобщенности осуществления деятельности структур, осуществляющих поддержку проектного обучения, приводит к низкой эффективности данной образовательной технологии и не позволяет достичь целей, связанных как с образовательной, так и коммерческо-исследовательской деятельностью вуза.

10. Дилемма «проектирования», связанная с выбором между ориентации на результат или процесс. Возвращаясь к специфике проектного обучения можно отметить, что для системы высшего образования в целом характерна попытка смещения фокуса внимания с проектного обучения на проектную деятельность, в силу требований, связанных с показателями эффективности университетов – выполнения НИР и заказных разработок. Такой подход с одной стороны ставит изначально в неравные условия университеты технического и гуманитарного профилей, с другой – приводит к отстранению от проектов заведомо слабых отстающих студентов и выполнение проектных задач самим руководителем проектной команды для достижения целей по выполнению заказа.

Опираясь на представленные выше особенности проектного обучения в университете, рассмотрим трансформацию цепочки ценности экосистемы проектного обучения.

## **2. Модель цепочки ценности экосистемы проектного обучения в университете**

Цепочка ценностей является одним из широко известных и часто используемых инструментов стратегического менеджмента. Популярность данного инструмента обусловлена его возможностями в области стратегического моделирования бизнеса, позволяющего визуализировать создаваемые ценности, а также позволяющая проследить их прирост на каждом последующем этапе производства товара (оказания услуги). Впервые термин «цепочки добавленной ценности» был введен в работах Майкл Портер, что позволило в то время изменить подход к оценке эффективности бизнеса с ориентации на затраты, возникающие в процессе производственного процесса, и внутреннюю среду на ориентацию на ценность, создаваемую для потребителей видами деятельности, осуществляемыми компаниями, с целью выявления конкурентных преимуществ. Данная концепция получила последующее развитие в трудах как российских и зарубежных авторов [7, 8, 9], разработавших группу методов стратегического анализа, позволяющего моделировать бизнес-ценности. К таким методам можно отнести: анализ сети ценностей, модель дисциплины ценности, карта потока ценности, e3value, моделирование ценностей на языке ArchiMate и Карты Уордли. Последние в этой связи заслуживают особого внимания в силу практической значимости их применения к слабо структурированным стратегическим намерениям и полям принятия решений. На основе Карт Уордли за счет комбинирования компонентов цепочки ценностей возможен выбор обоснованной стратегии бизнеса и ее экономическое обоснование. Отметим, что в силу универсальности данного инструмента, описание ценностей и создание карт возможно проводить в любых сферах деятельности для целей выработки на их основе обоснованных решений.

Рассмотрим модель ценности проектного обучения, выполненной с помощью применения инструмента картирование потоков создания ценности (Карта Уордли) [9]. Первоначально построенная классическая цепочка ценности проектного обучения содержит следующие компоненты: заказчик (являющийся якорем, поскольку именно его потребности заложены в основу формируемой цепи ценностей, направленной на удовлетворение его запроса), отчет по проекту, проект, эксперт в профильной области, руководитель проектной деятельности в вузе, план реализации проекта, архив реализованных проектов, проектная студенческая команда, наставники, исходные



данные о проблеме, требующей решения, опыт участников, формирующиеся компетенции и мотивационные стимулы, необходимые ресурсы (материальные и нематериальные).

Опираясь на сложившиеся условия осуществления управления проектным обучением в мульти проектной среде, представим цепочку ценности платформизации проектного обучения в университете, которая за счет цифровой трансформации процесса координации участников и учета возможностей формирования цифровой среды, позволит консолидировать участников проектного обучения.

На рисунке 1 представлена модель цепочки ценностей экосистемы проектного обучения в университете.

Основными элементами цепи ценностей, которые затронет платформизация, являются функции и механизм управления проектным обучением, а также процессы координации участников в процессе реализации проектов. В тоже время как такие компоненты как заказчик и отчет по проекту практически не претерпят изменений. Руководитель проектной деятельности смещен ниже в цепи ценностей, в силу его освобождения от ряда рутинных задач, выполняемых платформой. Команда проекта смещена влево (в силу того, что ее формирование происходит под конкретный проект), в то время как наставники – вправо вследствие изменений их назначения и функциональной роли, перехода от руководителя, к роли трекера или фасилитатора, при необходимости scrum-мастера.

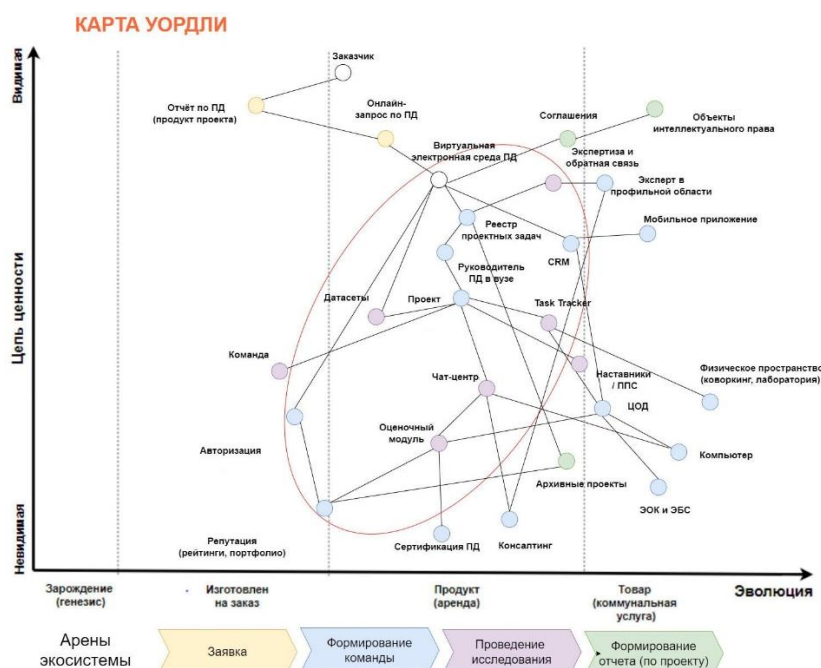


Рис. 1 – Модель цепочки ценностей экосистемы проектного обучения в университете

Проследим цепочку формирования ценностей, посредством выделения 4х арен экосистемы, объединенных посредством созданной виртуальной электронной среды. Арена заявки предполагает автоматизацию процесса получения запроса на проведение проектной деятельности и уточнение требованиям к продукту проекта, согласно принятому регламенту.

Благодаря платформе арена формирования команды с непосредственным участием руководителя проектной деятельности, обеспечивает верификацию всех участников, формирование реестра проектов и создание системы управления

взаимоотношениями с клиентами, которая осуществляет сбор данных относительно эффективности и результативности деятельности участников и их рейтингование.

Арена исследования базируется на компоненте «проект», смещенном влево и вниз относительно изначальной модели, и предполагает цифровую трансформацию всех ключевых компонентов, обеспечивающих эффективную координацию деятельности участников проектного обучения за счет возможностей эффективного управления проектными задачами, коммуникациями, данными и экспертизой.

Завершающей ареной является формирование отчета по проекту, предполагающая передачу продукта проекта заказчику с соблюдением норм права. Архивные проекты, как потенциальные объекты интеллектуальной собственности и представляющие интерес для коммерциализации полученных результатов смещены вправо и вниз.

Представленная модель цепочки ценностей экосистемы позволяет исследовать и разрабатывать различные сценарии развития проектного обучения адаптируя их под специфику университета, а также дает возможность моделировать различные варианты стратегии развития архитектуры экосистемы проектной деятельности, направленные на повышение эффективности проектного обучения.

### **3. Концепция архитектуры экосистемы проектного обучения в университете**

Моделирование социально-экономических систем на основе экосистемного подхода рассматривается в научных трудах отечественных и зарубежных исследователей [3, 4, 10, 11]. Используя подход Рона Аднера [10], можно дать следующее определение архитектуры проектного обучения в университете: структура согласования деятельности многостороннего набора участников процесса проектного обучения университета, которым необходимо взаимодействовать, чтобы реализовать основное ценностное предложение, связанное с предоставлением заказчикам результатов выполнения проектов и формированию практико-ориентированных компетенций выпускников.

Исходными принципами для разработки концепции архитектуры проектного обучения в вузе являются:

- признание того, что в малые субъекты (персоны, проектные команды, небольшие организации) обладают постоянно потенциалом создавать мощные продукты, преобразовывать системы и влиять на собственную жизнь;
- понимание того, что экосистему нельзя разработать, ее можно консолидировать;
- необходимость оказания помощи субъектам самоорганизовываться вокруг потенциала экосистемы;
- развитие механизмов обучения участников экосистемы в процессе функционирования на платформе;
- повышение связанности взаимодействий в экосистеме;
- поощрение инноваций в экосистеме.

Для моделирования архитектуры экосистемы в научной литературе предлагаются целый ряд подходов, которые проанализированы в следующих публикациях [10, 11, 12]. Одним из наиболее обоснованных подходов к описанию концепции экосистемной архитектуры является рамка TEAM [12]. В рамке

содержится девять групп элементов в домене «архитектура» и три группы элементов в домене «координация». Описание этих элементов в форме реестров и моделей позволяют создать обзор архитектуры экосистемы. При этом группа элементов в домене координация включает элементы, которые описывают процессы консолидации экосистемы, которые выполняются организаторами экосистемы и платформой. Группы вопросов размещаются на трех архитектурных слоях: стратегическом, тактическом и технологическом. Это позволяет осуществить стратегическое выравнивание между аспектами бизнеса и ИТ.

В таблице 1 представлен верхний слой рамки, описывающий стратегический взгляд на архитектуру экосистемы

Таблица 1. Стратегический взгляд на архитектуры экосистемы проектного обучения

Стратегический взгляд на архитектуру экосистемы			Стратегическая координация
<p><b>Потребности заказчиков</b></p> <p><b>Государство:</b> Высококвалифицированные кадры с практическим опытом; Вовлечение в предпринимательскую деятельность населения; «Теория малых дел» - реализация малых проектов – изменит мир</p> <p><b>Администрация:</b> Повышения качества образовательного процесса; Рост квалификации ППС; Рост ценности образовательных услуг; Развитие дополнительного образования; Укрепление партнёрских связей с бизнес-средой</p> <p><b>Коммерческие и некоммерческие организации и их объединения:</b> Выполнение конкретного запроса; Развитие контекстно-зависимых компетенций; Отбор лучших студентов</p>	<p><b>Участники</b></p> <p><b>Заказчики:</b> Государственные и муниципальные органы; Коммерческие и некоммерческие организации</p> <p><b>Участники процесса:</b> Обучающиеся; Абитуриенты; ППС; Наставники / трееры / консультанты; Администраторы проектной деятельности;</p> <p><b>Комплементоры:</b> Бизнес-ангелы; Эксперты; Инфраструктура поддержки МСП</p> <p><b>Конкуренты:</b> Региональная инновационная структура; Проектные команды других вузов</p>	<p><b>Ценностная деятельность</b></p> <p><b>Для обучающихся</b> Формирование и развитие проектных и предпринимательских компетенций на практике</p> <p><b>Для преподавателей:</b> Увеличение вовлеченности обучающихся; Повышение качества усвоения материалы; Расширение области знаний</p> <p><b>Для администрации:</b> Повышение рейтинга учебного заведения; Формирование имиджа и положительной деловой репутации; Увеличение числа партнёров; Появление заказов на НИР; Рост экспертности ППС</p>	<p><b>Стратегия</b></p> <p><b>Концептуализация:</b> Стратегия развития на основе концепции «Предпринимательского университета»; Привлечение экспертов / практиков в рамках учебных и внеучебных мероприятий; Включение ППС и обучающихся в НИР</p> <p><b>Инфраструктурная поддержка:</b> Проектный офис; Бизнес-лаборатория; Бизнес-инкубатор; платформа «Интеллектуальная биржа»;</p> <p><b>Образовательные форматы:</b> Онлайн курсы; Проектные практики; Интенсивы, тренинги и акселераторы; Дипломное проектирование</p>

Описание концепции архитектуры экосистемы в двух нижних слоях предполагает определение структур и моделей, которые необходимо построить для формирования архитектуры экосистемы. Применительно к архитектуре экосистемы проектного обучения университета к таким структурам и моделям, например, относятся: модель цепочки ценности экосистемы проектной деятельности, модель обмена ценностями в экосистеме, бизнес-план организации проектной деятельности, матрица доверия в экосистеме, описание механизмов обеспечения доверия, макет веб-формы для сбора заявок, структура реестр проектных задач, модель CRM-системы.

Предложенная концепция архитектуры позволяет перейти к моделированию целевой версии архитектуры экосистемы, являющейся инструментом концептуального контроля в процессе разработки цифровой платформы поддержки проектного обучения, внедрение которой позволит принимать эффективные решения по развитию экосистемы проектного обучения.

### **Заключение**

В процессе исследования были получены следующие результаты:

1. На основе обзора источников выявлены особенности развития проектного обучения в университете, дающие возможность разработать модель цепочки ценности экосистемы проектного обучения в университете;
2. Разработана модель цепочки ценности экосистемы проектного обучения в университете, позволяющие определить концепцию экосистемы проектного обучения в университете;
3. Определена концепция архитектуры экосистемы проектного обучения в университете, что будет способствовать принятию эффективных решений по ее развитию.

Авторами установлено, что:

- основными особенностями развития проектного обучения студентов университета являются создание образовательных эффектов, сложность оценки формируемых компетенций, повышение открытости университета и системы образования, несоответствие между результатами проекта и ожиданиями заказчиков, кадровый голод в ПД, формирования цифрового следа, бюрократизация процессов, уровень цифровой зрелости ЭСО, бессистемность внедрения проектного обучения и дилемма «проектирования»;

- модель цепочки ценности экосистемы проектного обучения студентов университета позволяет исследовать и разрабатывать различные сценарии развития проектного обучения адаптируя их под специфику университета, а также дает возможность моделировать различные варианты стратегии, направленные на повышение эффективности проектного обучения;

- предложенная концепция архитектуры экосистемы проектного обучения позволяет визуализировать ключевые зоны трансформации при переходе от классических инструментов организации и управления проектным обучением к цифровым инструментами координации за счет экосистемного подхода, позволяющего снизить транзакционные издержки, усилить влияние сетевых эффектов, повысить эффективность проектного обучения, а также способствует принятию эффективных решений направленных на его развитие.

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Barnett R. The philosophy of higher education: A critical introduction. – Routledge, 2021.
2. Галицкая Л. В. и др. Методы и модели развития информационного пространства инновационной экосистемы университета //Инжиниринг предприятий и управление знаниями (ИП&УЗ-2017). – 2017. – С. 231-236.
3. Клейнер Г. Б. Современный университет как экосистема: институты междисциплинарного управления // Journal of Institutional Studies (Журнал институциональных исследований). – 2019. – Т. 11. – №. 3. – С. 54-63.
4. Тельнов Ю. Ф., Казаков В. А. Онтологическое моделирование сетевых взаимодействий организаций в информационно-образовательном пространстве //Пятнадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием. – 2016. – С. 106-114.
5. Плеханова Е. М., Лобанова О. Б. Метод проектов: его интерпретация в отечественной образовательной практике 1920-х гг //Современные проблемы науки и образования. – 2019. – №. 3. – С. 41-41.
6. Калинина И. Г., Толкова Н. М., Енова И. В. Эволюция форм организации обучения и предпосылки возникновения проектного обучения в начальной школе //Проблемы современного педагогического образования. – 2022. – №. 74-2. – С. 118-120.
7. Зиндер Е. З. Направляемый ценностями инжиниринг предприятий //Бизнес-информатика. – 2018. – №. 3 (45). – С. 7-19.
8. Портер М. Конкурентное преимущество: как достичь высокого результата и обеспечить его устойчивость. – Альпина Паблишер, 2016.
9. Wardley S. Wardley maps -Topographical intelligence in business // USA: Medium. com. – 2018. – 374 p.
10. Adner R. Ecosystem as structure: An actionable construct for strategy //Journal of management. – 2017. – Т. 43. – №. 1. – С. 39-58.
11. Jacobides M. G., Cennamo C., Gawer A. Towards a theory of ecosystems //Strategic management journal. – 2018. – Т. 39. – №. 8. – С. 2255-2276.
12. Singh P. M., Van Sinderen M., Wieringa R. Reference architecture for integration platforms //2017 IEEE 21st International Enterprise Distributed Object Computing Conference (EDOC). – IEEE, 2017. – С. 113-122.

УДК 608:658.5:65.012.1

*Зиндер Е. З.*

*Действительный член Российской муниципальной академии  
Методический руководитель, Национальная Ассоциация Архитекторов Предприятий,  
Москва*

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЛОБАЛЬНЫХ КРУПНОМАСШТАБНЫХ СЕТЕВЫХ СИСТЕМ С ОПОРОЙ НА ПРИНЦИПЫ МОДЕЛИ НООСФЕРЫ ВЕРНАДСКОГО**

Рассматриваются тенденции развития глобальных крупномасштабных сетевых систем (ГКСС) и принципы их функционирования и развития как архитектурная основа формирования ГКСС. Выделены разнонаправленные тенденции условий и факторы, определяющие актуальные возможности развития ГКСС. Сформулирована геологическая метафора процесса развития ГКСС. В качестве основополагающих свойств ГКСС рассмотрены архитектурные принципы организации ГКСС и их взаимодействий с другими субъектами. Приведён актуальный пример шести принципов организации и взаимодействий ГКСС и целесообразности определения порядка ввода этих принципов в действие. Указывается, что полученная совокупность свойств ГКСС близка общим методическим

компонентам формирования известной модели ноосферы В. И. Вернадского. Предлагается использовать эти методические компоненты в качестве источника исходных положений и приёмов с целью их адаптации к условиям ГКСС. Приводятся основные методические компоненты формирования указанной модели и комментарии к некоторым из них, направленные на их адаптацию к актуальным условиям. В качестве схемы адаптации методических компонент к архитектурному анализу ГКСС предложена обобщённая процедура такой адаптации.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** крупномасштабная сетевая система, КСС, глобальная КСС, ГКСС, принципы глобальной КСС, методические приёмы, В.И. Вернадский, модель ноосферы, архитектурные принципы

## **1. Введение. Крупномасштабные сетевые системы**

Крупномасштабные сетевые системы (КСС) – одно из важных направлений развития предприятий и их экосистем. Часто в фокусе внимания находятся социально-экономические региональные КСС. Так вслед за [1] в работе [2] автор в качестве КСС рассматривал социально-экономические кластеры, понимаемые как «совокупности элементов взаимодействующих сопряжённых региональных экономик» (в контексте регионов России). Решалась задача анализа факторов, определяющих эффективность управления развитием КСС. Вместе с тем, в [2] указывалось, что к КСС естественно относить сетевые структуры разной природы и разных масштабов – от экосистем отдельных предприятий и вплоть до ассоциаций отраслевого, национального и глобального масштаба.

Рост масштаба КСС может в первую очередь приносить качественные изменения. Пример – недавнее расширение состава системы БРИКС. Процесс подобных изменений влияя практически на всю планету, имеет не всегда писанные правила и инерцию развития. С учётом сказанного метафорически он может быть назван **геологическим процессом изменений Глобальных КСС (ГКСС)** в социально-экономической сфере Земли, при этом особенности ГКСС целесообразно анализировать, отделяя их от других категорий КСС. По мнению автора сегодня такой анализ проводится недостаточно широко и системно.

## **2. Тенденции развития КСС**

В [2] было отмечено наличие противоположных тенденций развития КСС: 1) рост масштаба за счёт большей глобальности охватываемых ресурсов и из-за необходимости противостоять второй тенденции; 2) торможение роста за счёт национальных и иных ограничений, вплоть до усиления недобросовестной конкуренции. Сейчас растут проявления обеих тенденций. Ставший глобальным процесс нелегитимных санкций стал дополнительным фактором изменений КСС. Требуются всё большие способности национальных, отраслевых и глобальных КСС к гибким перестройкам для обеспечения большей устойчивости в глобальном социо-экономическом пространстве. Такая перестройка затрагивает не просто состав субъектов и их связей в КСС, но и способы осуществления этих связей внутри КСС и с субъектами среды. Необходимо включать в анализ этой динамики все существенные изменения глобальной и национальной среды субъектов КСС. Так, недавние нарушения в грузовых морских перевозках в морских проливах, например, из-за локальных аварий на судах, показали рост неустойчивости глобальной системы логистики.

Говоря о специфике исторического момента в число стимулов развития КСС нужно также включать существенные управленческие и технологические новации. Укажем на два вида таких стимулов. Первый из них – распространение использования в КСС т. н. мягких (в отличие от директивных) форм управления, включая управление через среду [3,4]. При этом субъекты КСС объединяются и функционируют на основе принятия общих принципов и мотивационных условий, в существенной степени реализуя **режим самоуправления**. Второй из них – развитие Всемирной Сети до Web 3.0 (Web3) [5] и далее. Уже начальные воплощения Web1, создавая новые каналы коммуникаций стали способствовать глобализации деловых связей различных субъектов. Обсуждение перспектив Web3 включает в себя не просто развитие этих коммуникаций, но и **возможность фундаментального усиления глобальной значимости КСС**.

### 3. Типы рассматриваемых КСС и уточнение задачи данной работы

Для концентрации на главном для данной работы, за границами рассмотрения оставлены взаимодействие Web3 с физическим миром и различные конкретные новации, например, блокчейн. Здесь важнее, что влияние Web3 проявляется в **фундаментальных областях целей развития ГКСС**. Оно направлено на поддержку децентрализации и самоуправления, обеспечения доверия в целом к действиям в Глобальной Сети, повышения качества информации, решения растущей проблемы информационной асимметрии [6].

Для дальнейшего сужения области исследования в данной работе, отметим, что для КСС уровня сетевого предприятия (возможно вплоть до отраслевого объединения или даже социально-экономического кластера) достигнута большая конкретность определения перспективных способов и механизмов их организации. Примером служат работы [7,8], в которых рассматриваются факторы, прямо воздействующие на эффективность сетевых предприятий в рамках программы класса Индустрия 4.0 и позволяющие переходить к архитектурному проектированию таких предприятий в областях их информационной и программной архитектуры [9]. Можно заключить, что КСС этого уровня масштабности охвачены исследованиями и проектными предложениями во многом в достаточной степени.

По указанной причине в данной работе рассматриваются ГКСС, которым свойственна сильная связь с проблемами глобального развития и другие особые характеристики. Особенность системных характеристик таких глобальных объединений можно иллюстрировать следующим высказыванием: *«Проблематику глобального развития можно представить как некую систему – совокупность взаимосвязанных компонентов цивилизации и природы, возникающую и развивающуюся в результате деятельности индивидов, социальных и культурных сообществ и всего человечества»* (Д.М. Гвишиани. *Пределы роста – первый доклад Римскому клубу* <http://www.alt-future.narod.ru/Future/predel.htm> ). Вероятно, что решение глобальных проблем возможно на основе действий не столько государств, сколько систем, объединяющих людей и их организации в действенные ГКСС.

С учётом сказанного задача данной работы состоит в выполнении высокоуровневого анализа факторов, определяющих развитие ГКСС разной

природы, и показа методических приёмов и принципов, которые могут быть адаптированы для моделирования базовой архитектуры ГКСС в её развитии.

#### 4. Геологическая метафора и подход к формированию ГКСС

##### 4.1. Геологическая метафора и её использование

Во введении уже использована геологическая метафора в применении к ГКСС и к глобальным процессам их развития. Эта метафора адекватна реальности по причине наличия особых свойств ГКСС, включающих в себя:

- легитимную деятельность за рамками одной национальной юрисдикции;
- возможности использования самоуправления в своей деятельности, включая её целеполагание, на глобальном уровне;
- информационную поддержку жизнеспособности определённого уровня глобальной децентрализации и самоуправления КСС;
- обеспечение доверия к их действиям и действиям партнеров в Сети;
- глобальное повышение качества информации и движение к разрешению глобальной проблемы информационной асимметрии.

Характеристика глобальности применительно к этим свойствам трактуется как неременная для **глобальной КСС в целом**, но не обязательная для отдельных КСС, входящих в её состав. Такая глобальность делает понятной и «работающей» геологическую метафору применительно к таким ГКСС и к процессам, выполняемым ими или происходящих с ними.

Для подкрепления этой метафоры укажем, что в состав классических геологических объектов и событий включают не только устройство земной тверди, гидросферы и тропосферы, но также появление и исчезновение видов живых существ, а с недавнего времени – воздействия и последствия деятельности человека, имеющие свойства глобального охвата или такую перспективу. Последнее определило **антропоцен** - эпоху с человеческой активностью, которая устойчиво воздействует на дикую природу, играет существенную роль в экосистеме Земли. После обнаружения плутония, распространившегося после испытаний термоядерного оружия, в геологии было признано, что с середины XX века возник индикатор того, когда **человечество начало доминировать** на Земле и оставило глобальный след на планете [10].

Для целей данной работы важно, что использование геологической метафоры несёт с собой явные полезные эффекты, включая следующие:

- помогает концентрироваться на процессах развития ГКСС, которые имеют действительно существенный глобальный характер;
- даёт опорные хронологические точки и длительности, позволяющие сравнивать ход глобальных и иных процессов разной природы, включая связанные с развитием ГКСС;
- показывает полезные методические приёмы, которые применялись в геологии, и аналоги которых возможно могут применяться к анализу ГКСС.

Для конкретизации этих эффектов обратим внимание на некоторые свойства ГКСС общего характера.

Происходит **явное ускорение** процессов создания и расширения ГКСС. Это ускорение полезно выразить в измеримых показателях. В частности, для этого



могут вводиться специфические единицы измерения «социально-геологической длительности». Их также можно условно выражать и через другие измерители, например, социально-экономического и экологического характера.

Вместе с тем нужно **контролировать объективность** таких оценок процессов, как увеличение числа и расширение областей деятельности процессов развития ГКСС. Объективность в данном случае понимается аналогично объективности эволюции биосферы Земли в её ноосферу [11] и означает не только независимость общего хода изменений от позиций разных наблюдателей, но и определённую степень независимости процессов изменений ГКСС от действий отдельных субъектов экономики (например, в историческом времени).

#### **4.2. Принципы – определяющий элемент подхода к формированию и функционированию ГКСС**

Нужно учитывать, что указанная выше объективность развития ГКСС ограничена степенью их реальной подчинённости политико-экономическим стимулам, доступностью научно-технических результатов и возможностям реализовывать самоуправление. Для контроля этих факторов полезно анализировать наличие, практическую устойчивость и действенность системы руководящих правил функционирования каждой ГКСС, составляющих основу её архитектуры. Свойства этих правил могут лежать в диапазоне от жёсткого следования заранее определённым установкам до качественно выраженных максимумов и принципов, реализуемых в той мере, которая оказывается доступной каждому из участников ГКСС. Примером могут служить шесть принципов, выраженные в форме предложения общих принципов миропорядка [12]. В свободном изложении их можно сформулировать так:

- Открытость общения, отсутствие барьеров во взаимодействиях.
- Многообразие цивилизационных форм.
- Максимальная представительность причастных при принятии коллективных решений.
- Всеобщая безопасность.
- Справедливость для всех как отсутствие эксплуатации и доступ к благам.
- Равноправие при различии потенциалов.

Подобный набор принципов может быть отображён как на взаимодействие ГКСС между собой и с государствами, так и на взаимодействие КСС в рамках ГКСС. Такие принципы естественным образом порождают множество более конкретных правил, в частности, свободного обмена научной информацией, открытости при формировании инициативных групп, балансировки интересов в рамках демократических процедур, взаимного обеспечения безопасности, а также вытекающей из них взаимной пользы в разных кооперациях. Один из примеров движущих сил для естественного возникновения частных правил – стихийное стремление представителей инженерных наук к ускорению и облегчению обменов знаниями (желательно, вместе с осознанным управлением рисками внедрения в практику результатов, ещё не достигших достаточной зрелости).

Реально устойчивая реализация всех шести принципов – дело будущего, и возможно нужен определённый порядок их реализации. Например, в основу

определения такого порядка можно положить нижние этажи пирамиды ценностей Маслоу, начав с реализации нижнего слоя пирамиды, а именно, с обеспечения всеобщей безопасности. Сегодня реальность далека от реализации даже этого базового принципа, что показывает огромную неравномерность движения к идеальному своду правил взаимодействия и развития. Продвижение будет не только неравномерным, но может перемежаться длительными остановками и даже возвратным движением к уже пройденному положению. Однако это свойство ГКСС не является чем-то исключительным. Оно достаточно давно было определено в качестве одного из характеристических свойств социального времени, указанных в [13] со ссылками на Питирима Сергеева и Фернана Броделя. Для рекомендаций данной работы также важно, что свойство неравномерности геологического и социального времени использовано и в [11].

## 5. Модель ноосферы В. И. Вернадского

В качестве конкретного примера применения геологической метафоры и поиска полезных методических приёмов, которые были применены в геологии, в данной работе выбраны анализ и построение модели ноосферы В. И. Вернадского. Она известна в России и мире, а её доступное описание в [11] её автором позволяет каждому выделять те методические приёмы, аналоги которых могут им применяться к конкретной ГКСС.

### 5.1. Основные специфические особенности модели ноосферы

Для предложенной далее схемы отбора и адаптации методических приёмов построения модели ноосферы далее выделены основные особенности подхода В. И. Вернадского к построению его модели. В их число здесь включены:

- изложение анализа влияний научно-практической деятельности человечества, приводящей к **необратимому** изменению состояния Земли в физико-географическом и химическом отношении (*словами редактора [11]*);
- комплексный анализ планетарных геологических и исторических процессов в течение **разных типов времени** и «горизонтов» анализа связей между присущими этим процессам событиями;
- вывод **об объективно неизбежном** превращении биосферы в ноосферу под действием социальных сил, формирующих и распространяющих результаты развития науки;
- **анализ препятствий** такому развитию, наличия весьма длительных остановок геологического и других типов времени.

Монография [11] интегрирует многие предыдущие работы В. И. Вернадского. Автор модели ноосферы – многосторонняя личность, продуктивно проявлявшая себя в разных областях науки и в разных практических действиях – от земского управления и строительства школ до политики. Этот универсализм важен, так как и при анализе ГКСС весьма ценным является комплексный подход к сегодняшним особенностям глобального развития цивилизации людей и их взаимодействий с биосферой. Комплексный подход и системный взгляд Вернадского опираются на методические приёмы, из которых здесь можно изложить и прокомментировать лишь некоторые, но возможно важнейшие из них:

- продуктивное совместное рассмотрение разных процессов, (до последнего времени) консервативно относимых к разным наукам;

- рассмотрение взаимного влияния нескольких таких глобальных процессов во времени, в том числе – в особом времени каждого процесса;
- признание и использование особых свойств разных типов времени (например, периоды остановки времени, см. также [13]);
- различие и использование таких типов времени как геологическое и социальное, что привело к заключению об эволюции биосферы в ноосферу;
- выделение главных эффектов, проявляющихся у объекта и / или его вида (то есть, обобщения) в его развитии в ходе всей истории его жизни;
- минимальное использование и условный характер вводимых теорий;
- введение и применение рабочих гипотез о главном для выявления приоритетов, направления действий либо прогноза развития.

Другие приёмы (ввиду их разнообразия и значительного объема источника) рекомендуются к индивидуальному выделению аналитиком из [11].

## 5.2. Комментарии к приёмам моделирования ноосферы

Ниже кратко изложено основное содержание комментариев Вернадского к двум приёмам моделирования ноосферы: **1) минимальное использование теорий и 2) анализ ускорений геологического и социального времени.**

Вернадский считал, что нет оснований считать науку инструментом определения истины. С получением новых научных фактов теории и гипотезы неоднократно менялись самым радикальным образом, и нет оснований считать, что это изменится). В связи с этим основным содержанием науки являются **научно установленные факты**, их обобщения, а также аппарат логики и математики (инструмент проверки фактов и их обобщений). Именно поступательное накопление научных фактов и их постоянное проникновение в практику позволяет говорить о неизбежности эволюции биосферы в ноосферу. При этом появление Homo Sapiens и последовавшее развитие науки приобретает характер геологической силы, порождающей ноосферу.

В отношении скорости происходящих изменений Вернадский отдаёт дань признанию огромной силы эффекта от появления новых технических средств коммуникаций: *«Этот процесс — полного заселения биосферы человеком — обусловлен ходом истории научной мысли, неразрывно связан со скоростью сношений, с успехами техники передвижения, с возможностью мгновенной передачи мысли, ее одновременного обсуждения всюду на планете.»* И далее: *«Со все увеличивающейся быстротой создаются новые методики научной работы и новые области знания, новые науки, вскрывающие перед нами миллионы научных фактов и миллионы научных явлений, существование которых мы еще вчера не подозревали. С трудом и неполно, как еще никогда, отдельный ученый может следить за ходом научного знания.»*

Научным факт становится после его описания и независимой перепроверки по принятым в науке правилам. Эта перепроверка и передача в практику постоянно ускоряются, влияя тем самым на структуру и содержание неживого вещества на Земле, а также комплексных объектов. Однако сегодня свойство неизбежности ноосферы требует корректировок, связанных с появившимися уже после написания

книги [11] в 1938 году эффектами от использования наук. Основные примеры корректировок будут показаны далее.

В [11] признаётся неравномерность течения социального времени, доходящая до полной его остановки. Признаётся возможность возникновения в будущем страшных для человечества явлений: войн, эпидемий, природных катаклизмов. Однако Вернадский уверен в том, что движение науки и распространение научного знания сильнее этих противодействий, что делает возникновение ноосферы неизбежным. Сила науки проистекает также от её интернационализации, свободного обмена и «всепроникновения» научных знаний, «обладающих логической непрерываемостью».

Вернадский писал о необходимости обеспечивать полную свободу саморазвития науки, финансировать которую должны государства, а также о других требованиях. К ним, в частности, можно отнести требование разрешить конфликт между новой скоростью обмена знаниями и долгими сменами поколений, необходимыми для воздействия на планету. Последнее вызывает наш комментарий о том, что через небольшое число десятков лет после написания [11] стала очевидной необходимость торможения потребительской модели [10] и корректировки научно-технического движения для противодействия уничтожению невозобновляемых ресурсов для жизни человека.

В качестве комментария надо также указать на появление нескольких новых угроз, о которых Вернадский при написании [11] ещё не мог знать, а именно на появление:

- **средств физического воздействия**, угрожающих уничтожить живое вещество биосферы (первое, но не единственное - ядерная угроза);
- **процессов социально-экономического и биохимического характера**, угрожающих привести биосферу к невозможности нормального существования человека и его экосистемы (первое – загрязнение);
- **угроз информационного воздействия**, способных резко снизить качество «научного творчества» (на которое надеялся Вернадский) и способности глубокого изучения комплексных явлений (систем), их описаний (от угрозы информационной перегрузки, выделенной Э. Тоффлером, до явлений, когда *«фейкньюс превращаются в инструмент информационно-психологического террора»*, см. А. Малькевич, URL: <https://ib-bank.ru/bisjournal/news/16810> ).

Существование указанных и других угроз и вновь подтверждаемых научных фактов требует поправок к оценкам и выводам Вернадского (признание этого представлено и обосновано в [14]). Это может приводить, в частности, к уменьшению излишнего исторического оптимизма, а также к более современному взгляду на эволюцию живого и неживого на Земле и в космосе. Корректировки может также требовать гипотеза о том, что будущие научные достижения будут получены представителями Homo Sapiens, поскольку развитие «сильного» ИИ возможно происходит быстрее, чем ожидалось. При этом основной корпус методических приёмов Вернадского, использованных в [11], по мнению автора данной статьи сохраняет свою ценность.

## **6. Выводы и рекомендации по применению изложенного подхода**

### **6.1. Выводы**

Рассмотрение основных особенностей развития Глобальных КСС разной природы, показало геологический характер процессов развития многих из них. Это привело к рекомендации выбирать для более детального изучения ГКСС и особенностей их развития такие базовые методические приёмы и принципы, которые родственны процессам и системам геологического характера.

Дальнейшие логические шаги поиска адекватных методов анализа систем такого масштаба и характера привели к рекомендации использовать в качестве одного из продуктивных источников искомых методических приёмов и принципов описание модели ноосферы В. И. Вернадского. Благодаря обобщающему характеру обоснования модели ноосферы её приёмы и принципы имеют важное общеметодическое значение. Примеры важнейших из этих приёмов и принципов показаны для подтверждения их близости наиболее общим свойствам и характеристикам ГКСС, благодаря чему они применимы к ГКСС разных типов и могут рассматриваться как принципиальная основа архитектуры конкретной ГКСС, в том числе в динамике её развития. При этом требуется учитывать специфику каждой ГКСС, что требует адаптации приёмов моделирования ноосферы к этой специфике, а также учитывать новые факты, получившие своё научное подтверждение.

Сказанное выше приводит к необходимости определить процедуру адаптации методов, приёмов и принципов модели ноосферы к анализу развития и функционирования конкретной ГКСС. Ниже предложена обобщённая процедура такой адаптации, рекомендуемой в качестве схемы **возможного применения модели ноосферы** для анализа конкретной ГКСС (класса ГКСС) и формирования высокоуровневой архитектуры ГКСС в динамике её развития.

### **6.2. Рекомендации по порядку применения модели ноосферы при анализе и развитии ГКСС**

Рекомендуемая схема не предлагается в качестве инструкции для использования аналитиком приёмов В. И. Вернадского. Предполагается их изучение как ценного методического наследия и их творческая адаптация для применения, адекватного историческому моменту и конкретной системе ГКСС.

Рекомендуется использование приёмов Вернадского (то же относится к другим источникам и авторам), по приведённой ниже примерной схеме:

- понимать и фиксировать наличие и проявления общих свойств ГКСС и её среды, включая описанные выше тенденции, стимулы и характеристики;
- достигать понимания специфических свойств изучаемой им ГКСС на выбранном интервале времени её развития, входящем во всю историю её жизни;
- определять существующие типовые методические приёмы, определённые для общих, а возможно и специфических свойств ГКСС;
- выбирать для работы с конкретной ГКСС в чем-то сходные с её свойствами методические приёмы, применённые ранее В. И. Вернадским (как и другими авторами) к системам подобного масштаба и характера;

- адаптировать эти приёмы к текущей ситуации и особенностям изучаемой им ГКСС;
- вводить поправки к выводам Вернадского, необходимые для учёта открывающихся новых явлений и подтверждённых научных фактов, в том числе, в области эволюционизма;
- дополнять набор этих адаптированных приёмов другими уместными методами анализа (включая методы прогнозирования, синтеза, и другие), формируя свой набор приёмов для анализа конкретной системы;
- по необходимости включать использование этих приёмов или их частей в свою работу.

По этой схеме аналитиком, формирующим подход к анализу и проектированию инструментов развития конкретной ГКСС, может быть получена необходимая степень обогащения своей работы и её индивидуализации.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Ферару Г.С., Киселёв Д.Н. Кластерно-сетевая модель организации социально-экономического пространства как одна из новых форм территориального устройства регионов Российской Федерации // Экономика и управление: проблемы, решения. 2017. Т. 2. № 6. С. 44 – 55.
2. Зиндер Е.З. Моделирование и формирование общего для управления развитием крупномасштабных сетевых систем с неоднородными участниками// Сб. трудов «Управление развитием крупномасштабных систем» (MLSD'2019) [Электронный ресурс]: материалы Двенадцатой междунар. конфер, 1–3 окт. 2019 г., Москва / под общ. ред. С.Н. Васильева, А.Д. Цвиркуна; С. 217-220. // Электрон. текстовые дан. (26,1 Мб). – М.: ИПУ РАН, 2019
3. Лепский В. Е. Эволюция представлений об управлении в контексте развития научной рациональности//В сб.: Рефлексивные процессы и управление / под ред. В. Е. Лепского. М.: Когнито-Центр, 2013. С. 43–55.
4. Прокопчина С.В. Принципы и технологии мягкого управления полисистемными средами в условиях значительной неопределённости. // *Управленческие науки*. 2016;6(1):17-25.
5. What is Web3? //Paper, 20 October 2023. URL: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/mckinsey-explainers/what-is-web3#/>
6. Зиндер Е.З. Бизнес-модели трансформации цифрового общества – основа развития архитектур предприятий. //Сб. трудов XIX конф. «Инжиниринг предприятия и управление знаниями» (ИП&УЗ – 2016), Москва. М.: МЭСИ, 2016.
7. Тельнов Ю. Ф., Казаков В. А., Данилов А. В. Технология проектирования инновационных процессов создания продукции и услуг сетевого предприятия с использованием i4.0-системы, основанной на знаниях //Бизнес-информатика. 2021. Т. 15. № 4. DOI: 10.17323/2587-814X.2021.4.
8. Тельнов Ю. Ф., Брызгалов А. А., Козырев П. А., Королева Д. С. Выбор типа бизнес-модели для реализации стратегии цифровой трансформации сетевого предприятия // Бизнес-информатика. 2022. Т. 16. № 4. С. 50–67. DOI: 10.17323/2587-814X.2022.4.50.67
9. Тельнов Ю. Ф., Казаков В. А., Данилов А. В., Денисов А. А. Требования к программной реализации системы Индустрии 4.0 для создания сетевых предприятий// Программные продукты и системы. №4 (35) 2022. С. 561 – 566.
10. Лена Ф., Иссбернер Л.-Р. Антропоцен: научные споры, реальные угрозы//Курьер ЮНЕСКО. #2 – 2018. / e-ISSN 2220
11. Вернадский В. И. Научная мысль как планетное явление / М.: Наука, 1991
12. Городецкая В. Путин назвал шесть принципов нового миропорядка // ВЗГЛЯД. 5 октября 2023. URL: <https://vz.ru/news/2023/10/5/1233577.html>

13. Зиндер Е. З. Особенности многомерного времени в сложных социотехнических системах и его моделирование // В книге «Зиндер Е. З. Многомерное время и проблемы цифровых трансформаций»: СПб.: Изд-во Политех-Пресс, 2022. С. 3 – 41.
14. Терехов С. В. Эволюционные идеи в естественнонаучном направлении русского космизма (К.Э. Циолковский, А.Л. Чижевский, В.И. Вернадский) / Монография. ГОУ «Орловский государственный университет», 2010. 152 С.

УДК 330.46

*Исаев Д.В.*

*кандидат экономических наук, доцент*

*Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва*

## **КРИТЕРИИ И ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНКИ ПРОГРАММ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ**

В работе рассматривается возможность оценки программ развития систем управления эффективностью с использованием фреймворка SAF. Данный фреймворк предусматривает применение трех укрупненных критериев, к числу которых относятся соответствие (в какой степени программа развития подходит для решения задач, стоящих перед организацией), приемлемость (отвечают ли прогнозируемые результаты реализации программы развития ожиданиям заинтересованных сторон) и осуществимость (возможность практической реализации программы развития и достаточность выделяемых для этого ресурсов). Иерархическая система критериев и поддерживающих показателей (как количественных, так и качественных), в сочетании с методами и средствами имитационного моделирования и многокритериального принятия решений позволяют организовать всестороннюю оценку альтернативных программ развития и выбор одной из них для реализации.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** система управления эффективностью, программа развития, модель зрелости, многокритериальное принятие решений, фреймворк SAF, критерий, поддерживающий показатель.

Системы управления эффективностью (*performance management systems, PMS*) представляют собой один из классов информационных систем управления, сфокусированных на задачах информационной поддержки корпоративного управления и стратегического менеджмента. В частности, к таким задачам относятся управление по ключевым показателям (на основе сбалансированной системы показателей или аналогичных подходов), корпоративное планирование и бюджетирование, управление рентабельностью и затратами, а также формирование консолидированной финансовой отчетности [1, 2]. Развитие систем управления эффективностью основано на принципе программного управления и предусматривает формирование, выбор и реализацию программ развития [3]. Поскольку для организации может существовать несколько альтернативных программ развития (предложенных разными инициативными группами, включая консультантов и разработчиков программного обеспечения), возникает вопрос о сравнении этих программ и выборе одной из них для непосредственной реализации.

Программа развития системы управления эффективностью и ее последствия могут быть представлены следующим образом. Прежде всего, реализация программы осуществляется посредством отдельных проектов методологического, организационного или технологического характера. Завершение проектов означает наступление программных событий, что, в свою очередь, приводит к изменению общего состояния системы.

Отдельный вопрос состоит в том, как определить круг показателей, характеризующих программу развития системы управления эффективностью. Здесь следует отметить, что экономические выгоды, получаемые предприятиями в результате внедрения и использования таких систем, носят опосредованный характер, поскольку эти системы предназначены для информационной поддержки «высокоуровневых» задач управления. Поэтому в данном случае представляется уместным применение интегральных показателей уровня зрелости, значения которых оцениваются на основе предварительно определенных пороговых уровней. Такой подход впервые был применен для оценки зрелости процессов разработки программного обеспечения [4], а впоследствии – и для других объектов оценки. Модель зрелости разработана и для систем управления эффективностью: она предусматривает использование интегрального показателя – индекса управления эффективностью (*performance management index, PMI*), значения которого оцениваются на основе пяти пороговых уровней зрелости – начального, повторяемого, определяемого, управляемого и оптимизированного [5].

Данная модель обладает определенной ограниченностью, поскольку она не рассматривает отдельные структурные элементы системы и интеграционные связи между ними. Также остаются открытыми вопросы о способах оценки и их объективности, а также по поводу возможности использования субъективных экспертных оценок и их последующего обобщения. Можно сказать, что моделирование зрелости систем управления эффективностью представляет собой одно из направлений дальнейших исследований.

Помимо влияния на показатели зрелости самой системы, необходимо оценить «ресурсные» последствия программы развития. Отметим, что любой проект связан с определенными затратами и соответствующими платежами. При этом платежи могут иметь место как в начале проекта, так и после его завершения, а если проект включает несколько этапов, то денежные потоки могут быть привязаны к началу или завершению отдельных этапов. Между завершением (или началом) проектов (этапов) и сроками исполнения платежей могут иметь место временные лаги, которые могут быть как детерминированными, так и случайными. На основе первичных финансовых показателей программы развития могут рассчитываться значения вторичных (обобщенных) показателей.

Среди частных показателей, характеризующих программу развития системы управления эффективностью, можно выделить показатели трех категорий: показатели результативности (*effectiveness*) характеризуют повышение уровня зрелости системы в результате реализации программы развития, показатели экономичности (*economy*) дают представление о потребляемых ресурсах и объемах финансирования программы, а показатели эффективности (*efficiency*) отражают соотношение получаемых результатов и потребляемых ресурсов [6]. Учитывая вероятностный характер многих параметров программы развития, для определения значений ее показателей рекомендуется использовать методы имитационного моделирования [7], а также соответствующие инструментальные средства, например, систему AnyLogic [8].

Перечисленные группы показателей могут рассматриваться в качестве критериев оценки рассматриваемых альтернативных программ развития с целью выбора одной из них для реализации. Таким образом, в данном случае мы имеем



дело с задачей многокритериального принятия решений (*multi-criteria decision making, MCDM*). При этом для определения относительной значимости (весов) критериев, а также для интерпретации значений показателей разных программ рекомендуется использовать экспертные методы, например, хорошо известный метод анализа иерархий [9].

Ограниченность подхода, основанного на модельных значениях показателей программы развития, состоит в том, что он не учитывает качественные факторы, которые также могут быть существенными для оценки и выбора программы развития. В частности, критерии оценки могут быть исключительно качественными (не предусматривающими детализацию в виде каких-либо количественных показателей), либо смешанными (когда среди поддерживающих показателей есть как количественные, так и качественные). Учет качественных факторов представляется если не необходимым, то крайне желательным, поскольку именно он дает возможность комплексной всесторонней оценки рассматриваемых программ развития.

Для оценки программ развития систем управления эффективностью с учетом качественных факторов может быть использован рамочный подход (фреймворк) SAF, предусматривающий применение трех укрупненных критериев – соответствия (*suitability, S*), приемлемости (*acceptability, A*) и осуществимости (*feasibility, F*) [10]. Оценка программы по критерию соответствия предусматривает ответ на вопрос, в какой степени программа развития решает задачи, стоящие перед организацией. Оценка по критерию приемлемости позволяет определить, соответствуют ли прогнозируемые результаты программы развития ожиданиям заинтересованных сторон. Наконец, оценка по критерию осуществимости позволяет ответить на вопрос о реалистичности программы развития и о том, обладает ли организация ресурсами и возможностями для ее реализации.

В литературе также отмечается, что фреймворк SAF имеет много общего с методами многокритериального принятия решений (*multi-criteria decision making, MCDM*), поскольку оба подхода предусматривают определение приоритетов имеющихся альтернатив путем их оценки по выбранным критериям. Таким образом, можно сделать вывод о возможности сочетания фреймворка SAF с методами многокритериального принятия решений при определении стратегий развития в различных областях [11].

В частности, при оценке программ развития систем управления эффективностью для конкретизации критерия соответствия могут быть использованы модельные показатели результативности и некоторые из показателей эффективности анализируемых программ, для критерия осуществимости – показатели экономичности, а для критерия приемлемости (в зависимости от рассматриваемых групп заинтересованных лиц) – модельные показатели всех трех категорий. Кроме того, в качестве поддерживающих индикаторов могут использоваться такие качественные характеристики, как обоснованность выбора программного обеспечения, совместимость с другими информационными системами, отсутствие конфликтов между внедряемыми технологическими решениями, существенность рисков и некоторые другие. При этом вполне допустимо, что некоторые из поддерживающих модельных показателей и

качественных индикаторов будут одновременно связаны с несколькими критериями.

Таким образом, оценка программы развития системы управления эффективностью может основываться элементах фреймворка SAF и, соответственно, на критериях соответствия, приемлемости и осуществимости. При этом для каждого из основополагающих критериев могут быть выделены дополнительные критерии более низкого порядка (субкритерии). Что касается модельных показателей, характеризующих реализацию программы развития и ее последствия, то они будут выступать в качестве поддерживающих показателей тех или иных критериев, наряду с качественными характеристиками, уместными для того или иного аспекта оценки. Для определения важности критериев и субкритериев, а также для сравнения альтернативных программ развития относительно этих критериев (субкритериев) могут использоваться методы многокритериального принятия решений. Предлагаемый подход позволяет обеспечить всестороннюю оценку альтернативных программ развития и выбор одной из них для непосредственной реализации.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Cokins G. Performance management: Finding the missing pieces (to close the intelligence gap). Hoboken, NJ: Wiley, 2003.
2. Coveney M., Ganster D., Hartlen B., King D. The strategy gap: Leveraging technology to execute winning strategies. Hoboken, NJ: Wiley, 2003.
3. Дружаев А.А., Исаев Д.В., Огуречников Е.В. Принципы управления развитием EPM-систем // Бизнес-информатика. 2019. Т. 13. № 2. С. 73–83.
4. Capability Maturity Model for Software: Version 1.1. Technical Report. CMU/SEI-93-TR-024; ESC-TR-93-177. February 1993. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 1993.
5. Aho M. What is your PMI? A Model for Assessing the Maturity of Performance Management in Organizations // Proceedings of Performance Management: From Strategy to Delivery Conference (PMA 2012). University of Cambridge, UK, July 11–13, 2012.
6. Исаев Д.В. Оценка программ развития систем управления эффективностью на основе модели зрелости // Прикладная информатика. 2020. Т. 15. № 3 (87). С. 5–18.
7. Акопов А.С. Имитационное моделирование: учебник и практикум для вузов. М.: Юрайт, 2023.
8. Бунцев И.А. Создание и реализация имитационных моделей в программной среде AnyLogic. М.: Горячая линия – Телеком, 2015.
9. Саати Т.Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: Аналитические сети. М.: ЛЕНАНД, 2015.
10. Johnson G., Whittington R., Scholes K. Exploring strategy. Harlow, England: Pearson Education, 2011.
11. Zolfani S.H., Bazrafshan R., Akaberi P., Yazdani M., Ecer F. Combining the Suitability–Feasibility–Acceptability (SFA) strategy with the MCDM approach // Facta Universitatis, Series: Mechanical Engineering, Vol. 19, No 3 (special issue), 2021. P. 579–600.

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ СЕМАНТИЧЕСКОЙ ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТИ АГЕНТОВ, ПРЕДСТАВЛЯЮЩИХ УЧАСТНИКОВ СЕТЕВОГО ПРЕДПРИЯТИЯ, НА ОСНОВЕ ИНТЕГРАЦИИ ОНТОЛОГИЙ<sup>2</sup>

Организация взаимодействия агентов, представляющих участников сетевого предприятия, в процессе формирования и функционирования сетевого предприятия требует обеспечения различных видов интероперабельности. Особенностью функционирования системы индустрии четвертого поколения является необходимость интеграции разнородных компонентов в рамках производственных и бизнес-процессов, различных типах бизнес-моделей, что затруднено в связи с гетерогенностью применяемых концептуальных моделей, лежащих в основе используемых различными участниками программных агентов, приложений и сервисов.

В статье анализируются принципы и подходы к формированию и развитию онтологии сетевого предприятия (онтологии проекта совместного создания и выпуска продукции участниками сетевого предприятия) на основе методов интеграции, к которым относятся отображение, выравнивание и слияние онтологий. Предлагается методика онтологического инжиниринга, которая обеспечивает семантическую интероперабельность агентов, представляющих участников сетевого предприятия на стадиях инициирования и разработки проекта совместного выпуска продукта на общей цифровой платформе.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** сетевое предприятие, семантическая интероперабельность, онтологический инжиниринг, многоагентные системы

Взаимодействие – это необходимое условие формирования виртуальных, сетевых организаций [1]. При этом основой взаимодействия агентов, координации их действий и совместного решения задач в рамках многоагентной системы являются коммуникации и наличие свойства интероперабельности, то есть способности двух или более информационных систем или компонентов к обмену информацией и к использованию информации, полученной в результате обмена [2]. В процессе информационного обмена (коммуникативного акта) сообщение между агентами проходит несколько этапов, включающих, по Шеннону-Уиверу, формирование сообщения, кодирование, передачу, декодирование, обработку принятого сообщения. Учитывая наличие среды и целей функционирования агентов, среды передачи информации и возможных помех, способов представления/кодирования, разными исследователями рассматриваются несколько видов интероперабельности [2, 3]. Обеспечение технической (и в т.ч. синтаксической) интероперабельности позволяет осуществлять непосредственно обмен сигналами, в то время как обеспечение семантической интероперабельности позволяет агентам «комбинировать полученную информацию с другими информационными ресурсами и обрабатывать ее смысловое содержание» [2].

Информационный обмен в системах индустрии четвертого поколения требует обеспечения семантической интероперабельности не только для семантически гомогенных, но и для семантически гетерогенных структур (см. рис. 1) [Cartus 2022].

---

<sup>2</sup> Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-11-00282

В составе взаимодействующих административных оболочек компонентов системы индустрии четвертого поколения, реализуемых в виде агентов многогентной системы, выделяются несколько подмоделей, в которых описываются различные параметры продукта, сервиса, значения (диапазоны значений) параметров и применяемые единицы измерения. В случае гомогенной структуры для описания всех подмоделей каждого из компонентов применяется единый словарь, общая онтология [Тельнов и др., 2022] [Bader et al. 2022]. Такой подход предполагает наличие требований к семантике, ведению централизованного словаря, которые должны неукоснительно соблюдаться разработчиками компонентов системы и всеми участниками бизнес-экосистемы цифровой платформы.

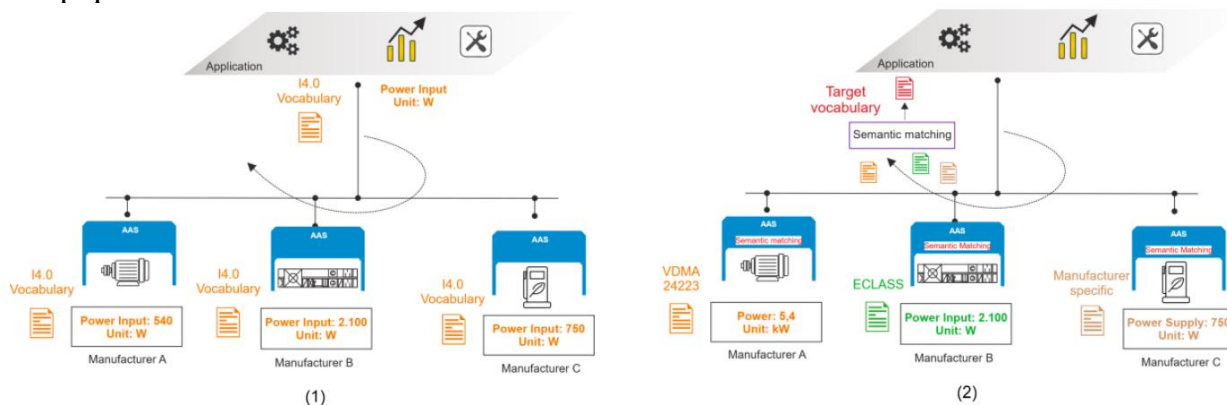


Рис. 1 – Семантически гомогенные (1) и гетерогенные (2) системы [Cartus 2022]

В случае гетерогенной структуры применение собственных словарей разработчиками и участниками бизнес-экосистемы не ограничивается, но обуславливает необходимость реализации платформенных сервисов для их интеграции (посредством создания общего словаря системы или иначе). Данный подход позволяет сохранить специфику функционирования всех компонентов, не перегружая общую онтологическую модель, и облегчить вход участников в бизнес-экосистему. При этом не существует общепринятых методов по интеграции онтологий кроме как путем их слияния в большую онтологию. Особенно это касается промышленных систем, где преимущественно рассматриваются кибер-физические системы, функционирующие в материальном мире, для которых важно учитывать различные физические параметры, слабо представленные в разработанных онтологиях [IEC 2019].

Концептуальная модель, представленная в спецификации административных оболочек компонентов Платформы Индустрии 4.0 [Bader et al. 2022], подразумевает использование семантических идентификаторов с отсылками на соответствующие онтологии и/или словари (ECLASS и др.) для соотнесения производственных возможностей и характеристик продукта. Так, словари/онтологии позволяют унифицировать как применимые для различных продуктов параметры, наборы единиц измерений, так и виды производственных операций (предоставляемых сервисов), в качестве идентификаторов которых могут применяться семантические ссылки на используемую онтологию. Пример описания сервиса «Сверление» как подмодели соответствующего компонента (станка) системы индустрии четвертого поколения представлен на рис. 1.

SubmodelID	PropertyID	Name	Description	Value	Unit
<a href="http://www.i40demo.nstrator.de/VD/2193_2/submodel_ID/drilling">www.i40demo.nstrator.de/VD/2193_2/submodel_ID/drilling</a>	x	drilling	Propoerty-based description of a function / skill / capability "drilling"	x	x
	<a href="#">0173-1#02-AAS949#001</a>	diameter	bore diameter	-	mm
	<a href="#">0173-1#02-BAF016#005</a>	width	for objects with orientation in preferred position during use the dimension perpendicular to height/ length/depth	-	mm
	<a href="#">0173-1#02-AAO739#001</a>	price	Price of a product or service	-	-
	<a href="#">0173-1#02-BAF163#002</a>	place	Place of service provision	-	-
	<a href="#">0173-1#02-AAO738#001</a>	time	Time of service provision	-	-

Рис. 1 – Пример описания подмодели «Сверление» компонента (станка) системы индустрии четвертого поколения [Belyaev 2019]

Концептуальная модель [Bader et al. 2022] также является основой для реализации процедур обмена сообщениями между компонентами систем индустрии четвертого поколения. Такие процедуры и правила формирования сообщений образуют часть общего языка коммуникаций (например, FIPA ACL, Язык Индустрии 4.0), который дополняется словарем – набором характеристик продукта или его составных элементов. Однако существующие онтологии не могут в полной мере обеспечить обмен сообщениями между агентами, представляющими участников сетевого предприятия, в рамках цифровой платформы ввиду высокой изменчивой составляющей производимой продукции в инновационных проектах. Поэтому для обеспечения интероперабельности агентов цифровой платформы предлагается использовать онтологию сетевого предприятия, интегрированную в систему онтологий наряду с референсными и локальными, частными онтологиями. Подход к созданию онтологии сетевого предприятия был представлен в [Тельнов и др., 2021].

Поскольку предприятия-участники, производящие компоненты, используют специфические знания об изготавливаемом продукте и его подсистемах, была предложена модель переговорного процесса между агентами относительно параметров производственной цепочки. В рамках переговоров может уточняться и содержание онтологии сетевого предприятия с подключением экспертов для выравнивания используемой терминологии, в результате которого исходная онтология может быть расширена или уточнена. В [Тельнов и др., 2022] описаны требования к реализации взаимодействия i4.0-компонентов на основе онтологии сетевого предприятия.

В процессе интеграции онтологий осуществляется попытка выделения общего в онтологиях, описывающих одинаковые или похожие предметные области, чтобы создать новую производную онтологию либо установить между ними динамические отношения. При этом в соответствии с [Petasis et al, 2011] будем рассматривать три основных метода интеграции и подхода к созданию целевой онтологии сетевого предприятия (в порядке повышения сложности):

- Отображение (*mapping*) онтологий путем нахождения одинаковых или схожих элементов (терминов или связей) онтологий предприятий-участников сетевого предприятия и установления между ними отношений синонимии;
- Выравнивание (*alignment*) онтологий предприятий-участников сетевого предприятия путем изменения их структуры для обеспечения последовательности и связанности, что позволяет таким образом обращаться за информацией друг друга и использовать ее, не создавая новых производных онтологий;
- Слияние (*merging*) онтологий предприятий-участников сетевого предприятия для создания единой согласованной онтологии сетевого предприятия.

Таким образом методика онтологического инжиниринга сетевого предприятия (проекта совместного создания и выпуска продукции), предназначенная для использования на начальной стадии и стадии проектирования жизненного цикла сетевого предприятия, включает следующие основные этапы:

1. инициирование проекта;
2. начальное развитие онтологии сетевого предприятия на основе референсных онтологий;
3. распространение онтологии сетевого предприятия;
4. сопоставление и выравнивание частных онтологий с онтологией сетевого предприятия;
5. выделение фрагментов для целевой онтологии;
6. оценка онтологии сетевого предприятия
7. слияние с онтологией сетевого предприятия.

*Инициирование проекта (1).* После регистрации на платформе организация должна выбрать одну или несколько референсных онтологий для функционирования и формирования собственных онтологий согласно номенклатуре предоставляемых сервисов. Фактически данный этап можно соответствовать стадии инициирования проекта.

*Начальное развитие онтологии (2).* Далее после сбора требований и в результате анализа отчетов на основе референсной онтологии формируется «каркас» онтологии сетевого предприятия, включающий верхнеуровневое описание совместно выпускаемого продукта. Из референсной онтологии переносятся описания типовых продуктов и компонентов, их параметров (описание ценностных и качественных характеристик) и единиц измерения, состава работ по их созданию. требований, свойственных определенным категориям продукта и задаваемым стандартами (например, ТУ и ГОСТами). Также вносятся производные от этих требований (или независимые от них) оригинальные требования и ограничения проекта. Онтология обогащается новыми элементами по мере развития проекта совместного создания и выпуска продукции участниками сетевого предприятия.

*Распространение онтологии (3).* В рамках начального коммуникационного акта переговорного процесса (рассылки запроса предложений потенциальным исполнителям) рассылается формальный призыв к подготовке коммерческого

предложения и онтология сетевого предприятия, позволяющая корректно обработать запрос головной организации.

*Сопоставление и выравнивание онтологий (4).* Потенциальные участники для формирования коммерческих предложений предварительно осуществляют сопоставление (matching) и отображение (mapping) собственных онтологий и онтологии сетевого предприятия. Фактически, если на данном этапе взаимодействие осуществляется по модели р2р, то невозможность отобразить понятия из онтологии сетевого предприятия означает «непонимание» требований к продукту и влечет за собой отказ от участия в сетевом предприятии. Наличие онтологических сервисов позволяет осуществить выравнивание онтологий, раздельное хранение результатов (правил, моделей) выравнивания в репозитории и трансформацию сообщений, поступающих от участников сетевого предприятия.

*Выделение фрагментов онтологий (5).* Формирование коммерческого предложения означает выделение части локальной онтологии предприятия – потенциального партнера с целью предоставления ее головной организации. Фрагмент (slice) онтологии представляется в объеме, достаточном для восприятия информации в коммерческом предложении головной организацией.

*Оценка онтологии сетевого предприятия (6).* Головная организация принимает коммерческие предложения и фрагменты онтологий предприятий – потенциальных партнеров, отображенных на онтологию совместного проекта создания продукции, после чего осуществляется оценка согласованности онтологий и качества предложения.

*Слияние с онтологией сетевого предприятия (7).* После выбора организаций – партнеров осуществляется полное слияние фрагментов онтологий участников и онтологии сетевого предприятия, а также, при необходимости, выравнивание онтологий участников между собой. То есть развитие онтологии проекта создания сетевого предприятия может привести к развитию онтологий его участников, путем обогащения концептами и отношениями, связанными с производимыми ими компонентами и предоставляемыми сервисами.

Представленная методика онтологического инжиниринга сетевого проекта нацелена на развитие онтологий участников сетевого предприятия в процессе реализации совместного проекта в соответствии с общей референсной моделью и требованиями обеспечения семантической интероперабельности. Новизна методики заключается в относительной независимости развития онтологий участниками сетевого предприятия, что позволяет им использовать свои онтологии в различных проектах создания и выпуска инновационной продукции.

Поскольку в настоящий момент проверка целостности, непротиворечивости и общая оценка качества полученной расширенной онтологии выполняется специалистами ручным способом, дальнейшего исследования требуют вопросы практической реализации методов обогащения, сопоставления, выравнивания и слияния онтологий для обеспечения семантической интероперабельности участников сетевого предприятия, функционирующего на базе цифровой платформы.

Вместе с тем особенности различных типов платформ и бизнес-моделей обуславливают необходимость дополнительного исследования архитектурных решений и методик проектирования, реализации и развертывания платформенных

сервисов, приложений и компонентов платформы. Их реализация при этом должна обеспечивать семантическую интероперабельность не только для горизонтальной (между компонентами одного уровня), но и для вертикальной (между компонентами различных уровней) интеграции в рамках систем индустрии четвертого поколения.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-11-00282.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Тарасов В.Б. От многоагентных систем к интеллектуальным организациям: философия, психология, информатика – М.: Эдиториал УРСС, 2002
2. ГОСТ Р 55062-2012 «Информационные технологии. Системы промышленной автоматизации и их интеграция. Интероперабельность. Основные положения»
3. Бойченко А.В., Корнеев Д.Г., Лукинова О.В. Интероперабельность информационных систем на основе стека EIF и модели OSE/RM // Теория активных систем (ТАС-2014): Материалы международной научно-практической конференции, 17–19 нояб. 2014 г, Москва / под общ. ред. В.Н. Буркова, Ин-т проблем упр. им. В.А. Трапезникова – М.: ИПУ РАН, 2014
4. Cartus, A., Both, M., Maisch, N., Müller, J., & Diedrich, C. (2022) Interoperability of semantically heterogeneous digital twins through Natural Language Processing methods. CLIMA 2022 Conference. <https://doi.org/10.34641/clima.2022.143>
5. Тельнов Ю.Ф., Казаков В.А., Данилов А.В., Денисов А.А. Требования к программной реализации системы Индустрии 4.0 для создания сетевых предприятий // Программные продукты и системы. 2022. Т. 35. № 4. С. 557–571. DOI: 10.15827/0236-235X.140.557-571
6. Sebastian Bader et al. Details of the Asset Administration Shell. Part 1 -The exchange of information between partners in the value chain of Industrie 4.0 (Version 3.0RC02) // Technical Report. Project: Asset Administration Shell (Industry 4.0), May 2022. [Электронный ресурс] URL: [https://www.plattform-i40.de/IP/Redaktion/EN/Downloads/Publikation/Details\\_of\\_the\\_Asset\\_Administration\\_Shell\\_Part1\\_V3.pdf](https://www.plattform-i40.de/IP/Redaktion/EN/Downloads/Publikation/Details_of_the_Asset_Administration_Shell_Part1_V3.pdf) (дата обращения 30.10.2023)
7. International Electrotechnical Commission. Semantic interoperability: challenges in the digital transformation age. White Paper. 2019 [Электронный ресурс] URL: [https://www.iec.ch/system/files/2020-03/content/media/files/iec\\_wp\\_semantic\\_interoperability.pdf](https://www.iec.ch/system/files/2020-03/content/media/files/iec_wp_semantic_interoperability.pdf) (дата обращения 30.10.2023)
8. Alexander Belyaev, Christian Diedrich. Specification «Demonstrator I4.0-Language» v2.0 // Technical Report, IFAT-LIA 03/2019 [Электронный ресурс] URL: [https://www.researchgate.net/publication/334429277\\_Specification\\_Demonstrator\\_I40-Language\\_v20](https://www.researchgate.net/publication/334429277_Specification_Demonstrator_I40-Language_v20) (дата обращения 30.10.2023)
9. Тельнов Ю.Ф., Казаков В.А., Данилов А.В. Технология проектирования инновационных процессов создания продукции и услуг сетевого предприятия с использованием i4.0-системы, основанной на знаниях // Бизнес-информатика. 2021. Т. 15. № 4. С. 76–92. DOI: 10.17323/2587-814X.2021.4.76.92
10. Petasis, Georgios & Karkaletsis, Vangelis & Paliouras, Georgios & Krithara, Anastasia & Zavitsanos, Elias. Ontology Population and Enrichment: State of the Art. 2011. pp. 134-166. 10.1007/978-3-642-20795-2\_6.
11. Viamonte, Maria & Silva, Nuno & Maio, Paulo. Agent-based Simulation of Electronic Marketplaces with Ontology-Services, 2011



## МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ ОБЩЕЙ ТЕОРИИ ПРОЦЕССОВ

Рассматривается процессный аспект человеческой деятельности. Предлагаются основы классификации процессов, вариант унифицированной модели процесса. Обозначаются основные задачи общей теории процессов.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** методология деятельности, процесс, классификатор, процесс жизненного цикла, поддерживающий процесс, характеризующее свойство.

### Введение

В последние годы в рамках междисциплинарных исследований сформировалось новое направление, связанное с унификацией и формализацией различных видов человеческой деятельности. Данное направление, посвященное разработке единой теории деятельности в виде совокупности общих и универсальных моделей, представлено трудами А.М. Новикова и Д.А. Новикова и их коллег [1-5]. Соответствующее учение (теория) об общих закономерностях организации деятельности и управления ею получило название методологии деятельности.

Методология деятельности включает общую методологию (методологию элементарной деятельности) [5], методологии различных видов человеческой деятельности (частные методологии: методологию научной [4], практической (включая методологию управления [3], как ее разновидность), образовательной, художественной и игровой деятельности) [1, 2], а также методологию комплексной деятельности, обобщающую перечисленные методологии на случай «сложной» деятельности. В [5] определено понятие комплексной деятельности как «целенаправленной активности человека, обладающей нетривиальной внутренней структурой, с множественными и/или изменяющимися субъектом, технологией, ролью предмета деятельности в его целевом контексте».

Поскольку методология рассматривается как «учение об организации деятельности» [1], необходимо пояснить, что собой представляет «организация». В [6] приведено три значения данного понятия, для целей данной работы воспользуемся следующим: организация – «совокупность процессов или действий, ведущих к образованию и совершенствованию взаимосвязей между частями целого». Другими словами, «организовать деятельность означает упорядочить ее в целостную систему с четко определенными характеристиками, логической структурой и процессом ее осуществления» [1]. В [5] также неоднократно отмечается процессная структура деятельности как неотъемлемая часть деятельности (наряду с логической, причинно-следственной и др.).

### 1. Процессная структура деятельности и теория процессов

Понятие «процесс» широко распространено как в естественной природе, так и в различных областях человеческой деятельности. Можно говорить о физическом, химическом, техническом, технологическом, вычислительном, организационном и многих других процессах. Семантика процесса в этих контекстах разная, но есть и общие черты: длящийся во времени характер и определенная внутренняя структура.

Считается, что само слово «процесс» русский язык заимствовал из немецкого во времена Петра I. Немецкое *prozess* произошло от латинского *procedere* - «выходить; продвигаться» (*pro* — «вперед, для, за, вместо» + *cedere* — «идти, ступать»). Далее процесс рассматривается исключительно в контексте методологии человеческой деятельности.

Наиболее общее определение процесса дается в [6]: «процесс – категория философии, характеризующая совокупность необратимых, взаимосвязанных, длительных изменений, как спонтанных, так и управляемых, как самоорганизованных, так и организуемых, результатом которых является некое новшество или нововведение (новые формы организмов, новые разновидности, социальные, научные, культурные и пр. инновации)».

Национальные и международные стандарты (ГОСТ Р ИСО 9000, ISO/IEC 12207, ISO/IEC 15288) определяют процесс как совокупность взаимосвязанных или взаимоувязанных действий, преобразующая входы в выходы [7, 8, 9]. Однако, данное определение отражает только функциональный и информационный аспекты процесса и никак не касается его поведенческого аспекта.

Для целей данной работы будем использовать следующее определение, восходящее к определениям, данным в Современном энциклопедическом словаре и Большой советской энциклопедии («последовательная смена явлений, состояний в развитии чего-нибудь» или «совокупность последовательных действий для достижения какого-либо результата»): процесс – совокупность последовательных (последовательность) состояний объекта и функций, обеспечивающих переходы между этими состояниями.

В настоящее время вопросам исследования процессов различных категорий посвящено значительное число работ. Однако большинство авторов уделяют свое внимание лишь двум категориям процессов – вычислительным [10] и организационно-управляющим (или бизнес-процессам) [11]. Для данных категорий процессов были разработаны соответствующие теории, для других же категорий процессов в отдельных случаях имеются лишь разрозненные модели и методы их исследований. При этом существующие подходы и полученные в их рамках результаты не позволяют единообразно описывать процессы создания и поведения современных сложных систем. Поэтому актуальной является как задача создания соответствующих теорий для других категорий процессов, так и создание общей теории процессов, интегрирующей и обобщающей перечисленные частные теории.

В связи с вышесказанным, объектом исследования общей теории процессов являются процессы (комплексной) деятельности, а предметом исследования – общие закономерности организации процессов деятельности и управления процессами.

## **2. Основы классификации процессов**

В основе предлагаемой классификации процессов лежит их разбиение на следующие четыре группы (рис. 1):

1) Процессы элементарной деятельности (общие для всех видов деятельности) в соответствии с методологией элементарной деятельности, а именно, процессы жизненного цикла (ЖЦ) целевого объекта (ЦО) в соответствии со стадиями ЖЦ: концепция, проектирование, производство (создание), применение, поддержка, утилизация. Дальнейшая детализация строится в рамках конкретной практической деятельности и включает минимально еще два уровня.

Процессы жизненного цикла объекта						Виды деятельности	Характеризующие свойства
Концепция	Проектирование	Создание	Применение	Поддержка	Утилизация		
						Научная	Параллелизм Уровень автоматизации Дискретный/непрерывный Индивидуальный/групповой
						В соответствии с ОКВЭД	
						Практическая	
						В соответствии с ОКВЭД	
						Образовательная	
						В соответствии с ОКВЭД	
						Художественная	
						В соответствии с ОКВЭД	
						Игровая	
						В соответствии с ОКВЭД	

Поддерживающие (интегрирующие) процессы											
Организационно-управляющие				Информационные				Вычислительные			
Основные	Сопутствующие	Вспомогательные	Обеспечивающие	Сбор	Поиск	Обработка	Представление	Хранение	Передача	Защита	

Рис. 1 – Схема классификации процессов

2) Процессы человеческой деятельности различных видов в соответствии с частными методологиями деятельности, отражающие специфику каждой из деятельностей в рамках стадий ЖЦ ЦО, а именно: научная деятельность, практическая деятельность, образовательная деятельность, художественная деятельность, игровая деятельность. Дальнейшая детализация осуществляется на основе Общероссийского классификатора видов экономической деятельности [12] и включает минимально еще четыре уровня.

3) Поддерживающие (интегрирующие) процессы, пронизывающие процессы 1)-2) по горизонтали и связывающие их функциональные компоненты: организационно-управляющие (бизнес-процессы), информационные, вычислительные. Дальнейшая детализация таких процессов также является многоуровневой. В частности, организационно-управляющие процессы могут быть разделены на основные, сопутствующие, вспомогательные и обеспечивающие процессы, в свою очередь детализированные в соответствии с функциональной иерархией предприятия или организации (см., например, [13, 14]). Аналогично, информационные процессы (процессы, связанные с изменением информации или действиями с использованием информации) могут быть разделены на процессы сбора, поиска, обработки, представления, хранения, передачи и защиты информации.

4) Характеризующие свойства процессов, которыми может обладать любой из процессов, представленных в 1)-3), в частности: автоматизированность (ручной, автоматизированный, автоматический), параллелизм (синхронный, асинхронный, конвейерный, последовательный), состав исполнителей (индивидуальный, групповой, многоролевой), характер (дискретный, непрерывный) и др.

Отметим, что процессы ЖЦ систем (в рамках системной и программной инженерии как наиболее развитых в части ЖЦ дисциплин) вписываются в данную схему. В частности, приведенные в [9] технические процессы являются детализацией всех процессов элементарной деятельности в рамках конкретной практической деятельности (разработки программных систем). Процессы соглашения, процессы организационного обеспечения проектов и процессы проекта (за исключением процесса управления информацией) являются организационно-

управляющими процессами, а процесс управления информацией – совокупностью информационных процессов.

### **3. Модель процесса**

Для исследования процесса необходимы модели следующих трех типов: функциональная, описывающая состав и структуру входящих в него функций, их взаимосвязи и взаимодействия (т.е. иллюстрирующая выполняемые функции); информационная, описывающая состав и структуру входящих данных (информационных потоков), а также отношения между данными; поведенческая, демонстрирующая динамику целевого объекта по времени.

С другой стороны, из вышеприведенного определения процесса ясно, что ключевую роль в нем играют состояния ЦО, переходы между этими состояниями и функции, их обеспечивающие. В этой связи целесообразно использовать в качестве базовой модели диаграмму переходов состояний, тем более что различные диалекты названного языка моделирования успешно применяются при исследовании вычислительных и организационно-управляющих процессов [10, 11]. В качестве функциональной модели предлагается использовать язык диаграмм потоков управления, а в качестве информационной модели - язык диаграмм «сущность-связь». Все эти три нотации обеспечивают построение интегрированной модели, что позволяет решать широкий спектр задач в рамках исследования процессов.

### **Заключение**

В заключение отметим, что создаваемая теория процессов должна обеспечить систематизированный базис для решения таких задач как:

- моделирование процессов,
- инжиниринг (проектирование) и реинжиниринг процессов, а также рассмотрение альтернативных решений вышеназванных задач,
- анализ и верификация процессов,
- автоматизация процессов.

### **ЛИТЕРАТУРА:**

1. Новиков А.М., Новиков Д.А. Методология. М.: СИНТЕГ, 2007, - 668с.
2. Новиков А.М., Новиков Д.А. Методология: словарь системы основных понятий. М.: Книжный дом «Либроком»/URSS, 2015, - 208 с.
3. Новиков Д.А. Методология управления. М.: Книжный дом «Либроком»/URSS, 2016, - 128 с.
4. Новиков А.М., Новиков Д.А. Методология научного исследования. М.: Ленанд/URSS, 2017, - 272 с.
5. Белов М.В., Новиков Д.А. Методология комплексной деятельности. М.: URSS, 2018, - 320 с.
6. Философский энциклопедический словарь. М.: Советская энциклопедия, 1983, -840 с.
7. ISO/IEC/IECEE 15288: 2015 Systems and Software Engineering – System Life Cycle Processes.
8. ISO/IEC 12207: 2008 Systems and Software Engineering – Software Life Cycle Processes.
9. Батоврин В.К. Системная и программная инженерия. Словарь-справочник. М.: ДМК Пресс, 2010, - 280 с.
10. Миронов А.М. Теория процессов. Переславль-Залесский: Университет г.Переславля, 2008, - 345 с.

11. Калянов Г.Н. Теория бизнес-процессов. М.: Горячая линия - Телеком, 2023, - 296 с.
12. ОК 029-2014 (КДЕС Ред. 2): Общероссийский классификатор видов экономической деятельности.
13. Калянов Г.Н. Теория и практика реорганизации бизнес-процессов. М.: СИНТЕГ, 2000, -212 с.
14. Калянов Г.Н. Моделирование, анализ, реорганизация и автоматизация бизнес-процессов. М.: Финансы и статистика, 2006, -240 с.

УДК 330

*Картвелишвили Т.А.  
МГУ им. М.В.Ломоносова, Москва*

## **АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ВНЕДРЕНИЯ НОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ НА ФИНАНСОВУЮ И СОЦИАЛЬНУЮ УСПЕШНОСТЬ ВЫПУСКНИКОВ КАФЕДРЫ ГАЗОВОЙ И ВОЛНОВОЙ ДИНАМИКИ МЕХАНИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ ИМ.М.В.ЛОМОНОСОВА**

В данной работе проведен анализ влияния внедрения новых образовательных программ в условиях цифровой трансформации на финансовую и социальную успешность выпускников кафедры газовой и волновой динамики механико-математического факультета МГУ им.М.В.Ломоносова. Показано, что данный процесс является важным и необходимым с учетом неизбежности глобализации и цифровизации всех сфер жизни. Результаты позволяют говорить о том, что он повышает такие параметры, как средняя заработная плата и занятость в сфере науки, а также снижает общий уровень безработицы среди выпускников кафедры.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** цифровая экономика, трансформация образования, новые компетенции, IT-технологии.

**Введение.** В современном мире с учетом неизбежности глобализации и цифровизации как экономики, так и других сфер жизни, встает проблема изменения форм трудовых отношений. Это влечет за собой последующее перестроение форм производства. Более того, чтобы выдерживать конкурентное преимущество на рынке, предприятия вынуждены постоянно искать новые ресурсы: прогрессивные технологии и методы организации процессов с целью увеличения производительности труда.

Таким образом, растет спрос на труд в новых секторах и видах деятельности, тогда как традиционные сектора приходят в упадок. Возникает потребность в новых знаниях и компетенциях. Это, в свою очередь, несет в себе проблемы следующего толка: несоответствие между рынком образовательных услуг и рынком труда, перестроение кадровой системы и увеличение подготовки высококвалифицированных специалистов, соответствующих современным требованиям и потребностям производств.

В связи с этим современные образовательные учреждения сталкиваются с необходимостью резко корректировать образовательные программы, а также открывать полностью новые. И хотя это влечет за собой финансовые расходы ВУЗов, так как требует не только закупки нового оборудования для возможности реализации новых программ, но еще и кадровую смену преподавательского состава или необходимость в прохождении курсов повышения квалификации для уже существующих преподавателей, которые встраиваются в обновленный учебный

процесс, эффект покрывает расходы, так как в результате повышается конкурентоспособность и конкурс на рассматриваемые специальности, а также уровень жизни выпускников.

В данной работе, рассмотрено внедрение новых образовательных программ в условиях цифровизации экономики на примере кафедры газовой и волновой динамики механико-математического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова. На основе методов опроса и статистического метода моделирования трансфера навыков выпускников Д.Джексон показано, что данный процесс позволил повысить такие параметры, как средняя заработная плата, занятость в сфере науки, а также снизить общий уровень безработицы среди 114 выпускников кафедры за последние 4 года.

**Постановка проблемы.** В рамках работы в качестве объекта исследования была выбрана кафедра газовой и волновой динамики механико-математического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова и проведен анализ устойчивости образовательного процесса при внедрении в него новых образовательных программ.

Кафедра была создана в 1951 году, и долгое время образовательные программы не претерпевали никаких изменений, так как квалификация выпускников оставалась актуальной практически до начала нынешнего десятилетия. Но в последние годы с учетом цифровизации экономики потребовалось сменить вектор подготовки кадров. История создания кафедры связана с временем становления сверхзвуковой авиации, ракетостроения и космонавтики. Большие сверхзвуковые скорости полетов сопровождалась новыми для техники явлениями: ударными волнами, высокими температурами и химическими реакциями. Разные высоты полета диктовали необходимость проведения моделирования аэродинамических характеристик летательных аппаратов и ракет в очень широком диапазоне плотности атмосферы и скорости полета. Это потребовало подготовки специалистов по газовой динамике, новому для тех времен разделу аэромеханики. Развитие техники привело к необходимости изучения и математического моделирования переходных, нестационарных процессов, сопровождающихся распространением волн в различных средах. Оказалось, что, несмотря на разнообразие физических свойств материалов, в которых наблюдаются динамические, волновые процессы, в них есть много общих свойств, характерных для условий существования и взаимодействия волн. Возросший уровень скоростей взаимодействия тел, сопровождался необратимыми процессами деформирования и разрушения, что требовало развития термодинамики необратимых процессов. Настоятельная необходимость изучения и моделирования динамического поведения материалов и свойств газов при высоких скоростях и температурах, а также подготовки специалистов по этим направлениям науки, привели к необходимости создания кафедры газовой и волновой динамики.

Современная же ситуация такова, что несмотря на то, что в лабораториях кафедры до сих проводятся фундаментальные исследования, например, по предсказательному моделированию природных и техногенных процессов в рамках ФЦП Правительства РФ, грантов РФФИ, CRDF, IFTI, INTAS, а также прикладные исследования в интересах различных организаций Роскосмоса, Росатома, частных компаний «Schlumberger», «Центр Нефтяных Технологий», «Союздорнии»,

«Пушкинский автодор», новый вектор цифровизации требует от кафедры подготовки кадров, владеющих не только физико-математическим аппаратом соответствующего уровня, но еще и современными программами анализа процессов (ANSYS, NASTRAN), умением решать задачи с использованием прогрессивных языков программирования, визуализировать их в новейших компьютерных программах, а порой даже и обращением с искусственным интеллектом и нейронными сетями.

Чтобы не быть голословными, обратимся к Программе Правительства Российской Федерации «Цифровая экономика Российской Федерации» от 28 июля 2017 г. № 1632-рм (далее — Программа). Как известно, развитие искусственного интеллекта выделено в отдельный федеральный проект в рамках национальной программы «Цифровая экономика». В связи с этим можно обратить внимание на следующие новые нормативно-правовые акты:

1. Указ Президента РФ от 09.05.2017 № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017—2030 годы».

2. Указ Президента России от 7 мая 2018 года № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» (утвержден 24 декабря 2018 года на заседании президиума Совета при Президенте России по стратегическому развитию и национальным проектам).

3. Национальная стратегия развития искусственного интеллекта до 2030 года. Таким образом, как уже было отмечено, становится понятно, что традиционная образовательная система не способна обеспечить выпускникам долговременную гарантию занятости. В связи с этим руководством вышеуказанной кафедры механико-математического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова были постулированы следующие задачи:

1. Разработка новых учебно-методических материалов, программ для различных уровней обучения, электронных учебных материалов.
2. Повышение эффективности владения будущими специалистами цифровыми технологиями.
3. Внедрение в образовательные программы кафедры онлайн-лекции с гибкими графиками обучения.
4. Обновление кадрового состава кафедры и обучение существующих преподавателей с учетом новых требований по IT-технологиям.
5. Внедрение на кафедре полностью новых образовательных программ подготовки с учетом новых требований к профессиональным компетенциям.

**Методы анализа и полученные результаты.** Трансформация образовательного процесса включала в себя внедрение новых образовательных программ, включающих в себя применение специализированных компьютерных программ (например, ANSYS); видеотрансляции для проведения лекционных занятий с участием руководителей ведущих НИИ РАН по специальностям механика жидкостей и газов, а также механика деформируемого твердого тела; повышение цифровой грамотности преподавателей кафедры; формирование индивидуальных учебных планов по новым специальностям; внедрение новых специальных курсов по искусственному интеллекту.

Анализ результатов внедрения проводился на основе методов опроса (Таблица 1) и статистического метода моделирования трансфера навыков выпускников Д.Джексон (Таблица 2).

Таблица 1. Показатели трудоустройства выпускников

	2019-2020	2021	2022	2023
Доля нетрудоустроенных, %	19%	17%	15,5%	14%
Доля трудоустроенных в сфере науки, %	31%	40,8%	46,2%	51%
Средняя заработная плата, руб.	32195	46732	67382	85470

Таблица 2. Тенденция изменения применения навыков выпускниками

	Медиана (2019)	Медиана (2023)	Стандартное отклонение (2019)	Стандартное отклонение (2023)
Коммуникативные навыки	4.7	5.8	1.1	0.69
Адаптивность к изменениям	4.2	5.4	1.02	0.76
Практическая подготовка по специальности	3.9	5.9	1.00004	0.62

На выходе трансформации образовательного процесса, которую можно было наблюдать в течение 5 лет (с сентября 2019 года до сентября 2023 года), были получены следующие положительные результаты.

Существенно вырос конкурс среди поступающих на кафедру. Если в 2019 году кафедра не пользовалась популярностью и конкурс составлял 0.3 человека на место, то к 2023 году он вырос до 4 человек на место.

Проведенный анализ карьерных траекторий выпускников кафедры за последние 4 года показал, что выпускники кафедры получили возможность успешно адаптироваться на рынке труда и бороться за более престижные должности в передовых научных институтах страны. Таким образом, можно смело говорить о том, что был ликвидирован дефицит базовых знаний, полученных в рамках соответствующей специальности, при этом значительно улучшились навыки, которые нужны для реализации профессиональной деятельности.

Существенно выросла занятость выпускников в сфере науки, повысилась средняя заработная плата, а также в целом снизился уровень безработицы среди выпускников кафедры газовой и волновой динамики.

**Заключение.** На основе методов опроса и статистического метода моделирования трансфера навыков выпускников Д.Джексон показано, что



внедрение новых образовательных программ в условиях цифровизации экономики на примере кафедры газовой и волновой динамики механико-математического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова позволяет повысить такие параметры, как средняя заработная плата, занятость в сфере науки, а также снизить общий уровень безработицы среди 114 выпускников кафедры за последние 4 года.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Jackson, D., and P. Hancock. 2010. Developing non-technical skills in undergraduate degrees in business and their transfer to the workplace. *Education Research and Perspectives* 37(1): 52-84.
2. Jackson, D., and E. Chapman. 2012a. Non-technical skill gaps in business graduates. *Education + Training* 54(2/3): 95-113.
3. Jackson, D., and E. Chapman. 2012b. Non-technical competencies in undergraduate business degree programs: Australian and UK perspectives. *Studies in Higher Education* 37(5): 541-567.
4. Jackson, D. 2013. Business graduate employability – where are we going wrong? *Higher Education Research and Development* 32(5): 776-790.
5. Jackson, D., R. Sibson, and L. Riebe. 2013. Delivering work-ready business graduates: Keeping our promises and evaluating our performance. *Journal of Teaching and Learning for Graduate Employability* 4(1): 2-22.
6. Г.А.Агарков, Д.Г.Сандлер, А.Д.Сущенко. Финсовая и социальная успешность выпускников университетов в Уральском регионе: проблемы и пути решения. *Экономика региона*, Т.14, вып.4 (2018)
7. Лазарева Н.А. Формирование новых типов профессиональных компетенций в рамках национальной стратегии развития России в период становления цифровой экономики. Цифровая гуманитаристика и технологии в образовании (ДНТЕ 2020). Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 19—21 ноября 2020 г.
8. <http://volnogaz.math.msu.su/pages/index.php>

УДК 004.056

*Киров А.Д.*

*Ассистент, кафедра прикладной информатики и информационной безопасности РЭУ им. Г.В. Плеханова, Москва*

### **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ТАРГЕТНОГО МОНИТОРИНГА ИНЦИДЕНТОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ МОДЕЛИ НУЛЕВОГО ДОВЕРИЯ В ЛОКАЛЬНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ**

В статье рассмотрено применение метода таргетного мониторинга информационной безопасности для реализации модели нулевого доверия в локальных вычислительных сетях. В работе проведён анализ функций современных средств защиты информации, функционирующих в локальных вычислительных сетях и предложен метод использования данных мониторинга этих средств для определения опорных уровней доверия к субъектам доступа информационной безопасности, действующим в локальной вычислительной сети субъекта экономической деятельности.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** таргетный мониторинг, информационная безопасность, модель нулевого доверия, локальная вычислительная сеть, субъект доступа, уровень доверия.

В настоящее время всё большее количество средних и крупных субъектов экономической деятельности (СЭД) начинают постепенный переход от традиционных локальных вычислительных сетей (ЛВС), использующих традиционные модели

идентификации, аутентификации и авторизации субъектов доступа, к ЛВС, основанных на модели нулевого доверия (ZTNA – Zero-Trust Network Access – доступ к сети с нулевым доверием) [1-2]. В отличие от традиционных ЛВС, доступ к ресурсам которых предоставляется после подтверждения доступа к сети автоматически согласно используемым моделям разграничения доступа, модель доступа к сети с нулевым доверием предполагает, что права на доступ субъекта доступа к объекту доступа проверяются каждый раз, когда субъект запрашивает доступ к ресурсу ЛВС (объекту доступа) [3-4].

Так как проверка прав доступа субъектов к объектам производится с целью формирования устойчивого доверия к субъекту доступа (уверенности в том, что объект действительно является тем, за кого он себя выдаёт, обладает необходимыми правами на доступ как к сети в целом, так и к конкретным её ресурсам в частности и действует по своей воле), реализация модели нулевого доверия в ЛВС невозможна без реализации моделей формирования доверия между субъектами и объектами доступа. Следовательно, задача определения опорных уровней доверия, начиная с которых субъектам доступа может быть предоставлен доступ как к сети в целом, так и к конкретным её ресурсам, является актуальной.

Так как опорные уровни доверия к объектам доступа выбираются индивидуально для каждого СЭД в соответствии с его внутренней нормативной документацией и зависят от используемых в его ЛВС средств защиты информации (СЗИ), целесообразна разработка метода таргетного мониторинга информационной безопасности для реализации модели нулевого доверия [5]. Метод таргетного мониторинга ИБ СЭД заключается в анализе и обработке в первую очередь событий ИБ, представляющих наибольшую опасность для ИБ СЭД, которым должен быть присвоен максимальный риск ИБ [6]. Субъекты доступа при попытке получения доступа к ЛВС СЭД, или к отдельным её ресурсам должны быть проверены и по итогам проверок к ним должно быть установлено или не установлено доверие, для предотвращения ущерба ИБ СЭД. Следовательно, в первую очередь должны быть проверены субъекты доступа, записи о которых содержатся в событиях ИБ, способных нанести наибольший ущерб ИБ СЭД [7]. Применение метода таргетного мониторинга ИБ СЭД позволяет определять изменение опорных уровней доверия к субъектам доступа ЛВС, выраженных в числовой форме, в зависимости от того, какие события ИБ, анализируемые с использованием метода таргетного мониторинга ИБ СЭД, содержали данные, относящиеся к вышеуказанным субъектам доступа.

Для демонстрации зависимости опорных уровней доверия от используемых СЗИ необходимо провести анализ выполняемых ими функций.

Анализ практики построения систем обеспечения информационной безопасности (ИБ) типовых СЭД показал, что они включают в себя следующие СЗИ:

- Межсетевые экраны;
- Системы обнаружения и предотвращения вторжений;
- Средства антивирусной защиты;
- Средства доверенной загрузки;
- Системы предотвращения утечек данных;
- Средства шифрования информации;
- Средства создания и проверки электронной подписи [8].

Межсетевой экран представляет собой программно-аппаратный или программный комплекс, который отслеживает сетевые пакеты, блокирует или

разрешает их прохождение. В процессе анализа и дальнейшей фильтрации трафика межсетевой экран опирается на установленные параметры — чаще всего их называют правилами межсетевого экрана. Главная задача межсетевого экрана – это фильтрация трафика между зонами сети. Он может использоваться для разграничения прав доступа в сеть, защиты от сканирования сети компании или от проведения сетевых атак. Современные межсетевые экраны располагаются на периферии сети, ограничивают транзит трафика, установку нежелательных соединений и подобные действия за счет средств фильтрации и аутентификации [9-10].

Системы обнаружения и предотвращения вторжений (IPS/IDS) — это комплексы программных или аппаратных средств, которые выявляют факты и предотвращают попытки несанкционированного доступа в корпоративную систему. К основным функциям систем обнаружения и предотвращения вторжений относятся:

- Обнаружение вторжений и выявление сетевых атак.
- Прогнозирование и поиск уязвимостей.
- Распознавание источника атаки (взломщики или инсайдеры).
- Обеспечение контроля качества системного администрирования;
- Идентификация и аутентификация субъектов доступа перед предоставлением им доступа к ЛВС.

Средства антивирусной защиты — это программные комплексы, выявляющие и обезвреживающие компьютерные вирусы. Следует заметить, что вирусы в своем развитии опережают средства антивирусной защиты, поэтому даже их использование не даёт 100% гарантии безопасности. Средства антивирусной защиты могут выявлять и уничтожать лишь известные вирусы, при появлении нового компьютерного вируса защиты от него не существует до тех пор, пока он не будет исследован и не будут разработаны соответствующие средства противодействия. Однако, многие современные средства антивирусной защиты имеют в своем составе специальный программный модуль, называемый эвристическим анализатором, который способен исследовать содержимое файлов на наличие кода, характерного для компьютерных вирусов. Это дает возможность своевременно выявлять и предупреждать об опасности заражения новыми вирусными программами. Также, средства антивирусной защиты поддерживают централизованную сетевую аутентификацию и авторизацию внутренних субъектов доступа [11].

Средства доверенной загрузки (СДЗ) предназначены для защиты информации на компьютере от несанкционированного доступа на этапе его загрузки. СДЗ запрещают загрузку нештатных копий операционных систем с недоверенных носителей информации. Также СДЗ поддерживают аутентификацию субъектов доступа с использованием физических ключей доступа для предотвращения несанкционированного доступа к устройствам. Обязательные требования к установке средств доверенной загрузки предназначены для организаций, работающих с конфиденциальной информацией. Существует 6 классов защиты средств доверенной загрузки — самый низкий класс — шестой, самый высокий — первый:

- СДЗ 6 класса применяются в информационных системах защиты персональных данных;
- СДЗ 4-5 классов применяются в государственных информационных системах;

- СДЗ 3-2-1 классов применяются в государственных информационных системах, содержащих данные государственной тайны [12-13].

Системы предотвращения утечек данных (DLP-системы, Data Leak Prevention) – это программные или программно-аппаратные комплексы, предназначенные для предотвращения утечек конфиденциальной информации (в том числе, аутентификационной) за пределы корпоративной сети. Они анализируют весь входящий и исходящий трафик и помогают отслеживать сомнительные операции, которые могут привести к потере конфиденциальной информации [14].

Средства шифрования информации (криптографической защиты информации) предназначены для защиты информации путём её преобразования в форму, недоступную для восприятия лицами, не обладающими ключами шифрования, позволяющими вернуть информацию в исходное состояние. Цель криптографической защиты — обеспечение конфиденциальности и защиты информации (в том числе, аутентификационной информации в виде паролей или сертификатов доступа) в сетях в процессе ее обмена между пользователями.

Криптографическая защита информации в основном используется при:

- обработке, использовании и передаче информации;
- обеспечении целостности и достоверности целостности (алгоритмы электронной подписи);
- реализации алгоритмов, обеспечивающих аутентификацию пользователей или устройств, а также при защите элементов аутентификации [15-16].

Средства создания и проверки электронной подписи необходимы для создания корректной подписи электронных сообщений и документов, позволяющих корректно удостовериться в том, что содержимое сообщения или документа не было изменено и идентифицировать его автора. Согласно ФЗ "Об электронной подписи" от 06.04.2011 № 63-ФЗ информация в электронной форме, подписанная квалифицированной электронной подписью, признается электронным документом, равнозначным документу на бумажном носителе, подписанному собственноручной подписью, и может применяться в любых правоотношениях в соответствии с законодательством Российской Федерации, кроме случая, если федеральными законами или принимаемыми в соответствии с ними нормативными правовыми актами установлено требование о необходимости составления документа исключительно на бумажном носителе.

Средства создания и проверки электронной подписи - шифровальные (криптографические) средства, используемые для реализации хотя бы одной из перечисленных ниже функций (п. 9 ст. 2 Закона № 63-ФЗ):

- создание подписи;
- ее проверка;
- создание пары: ключа ЭП (закрытого ключа) и ключа проверки ЭП (открытого ключа).

Под понятие «средство ЭП» попадают аппаратные, программные и программно-аппаратные шифровальные (криптографические) средства, ограничивающие доступ к информации при ее хранении, обработке и передаче [17].

Процесс определения и изменения опорных уровней доверия к субъектам доступа ЛВС СЭД при использовании метода таргетного мониторинга ИБ СЭД может быть представлен в виде следующего алгоритма:

- Шаг 1. Установить текущий уровень доверия равным 0;
- Шаг 2. Выбрать период времени, за которое должно быть установлено доверие к субъекту доступа ЛВС СЭД;
- Шаг 3. Выбрать вариант установления доверия к субъекту доступа ЛВС СЭД и связанные с ним процесс его аутентификации и опорный уровень доверия к нему;
- Шаг 4. Провести процесс аутентификации субъекта доступа ЛВС СЭД;
- Шаг 5. Изменить текущий уровень доверия к субъекту доступа ЛВС СЭД в зависимости от выбранного варианта установления доверия к субъекту доступа ЛВС СЭД и результата процесса аутентификации субъекта доступа ЛВС СЭД;
- Шаг 6. Если текущий уровень доверия к субъекту доступа ЛВС СЭД  $\geq$  опорному уровню доверия к нему, перейти к шагу 8, иначе, перейти к шагу 3;
- Шаг 7. Если период времени, за которое должно быть установлено доверие к субъекту доступа ЛВС СЭД, завершён, перейти к шагу 2;
- Шаг 8. Конец.

Пример определения и изменения опорных уровней доверия к субъектам доступа ЛВС СЭД при использовании метода таргетного мониторинга ИБ СЭД согласно вышеприведённому алгоритму показан в таблице 1 и на рис. 1.

Таблица 1. Пример определения и изменения опорных уровней доверия к субъектам доступа ЛВС СЭД при использовании метода таргетного мониторинга ИБ СЭД

№ п\п	Вариант установления доверия к субъекту доступа ЛВС СЭД	Изменение текущего уровня доверия к субъекту доступа ЛВС СЭД при положительном исходе процесса установления доверия и наличии данных, связанных с субъектом доступа в событиях ИБ, анализируемых с использованием метода таргетного мониторинга ИБ СЭД	Изменение текущего уровня доверия к субъекту доступа ЛВС СЭД при отрицательном исходе процесса установления доверия и наличии данных, связанных с субъектом доступа в событиях ИБ, анализируемых с использованием метода таргетного мониторинга ИБ СЭД	Опорный уровень доверия к субъекту доступа ЛВС СЭД при наличии данных, связанных с субъектом доступа в событиях ИБ, анализируемых с использованием метода таргетного мониторинга ИБ СЭД
1	Парольная аутентификация	+1	0	1

№ п\п	Вариант установления доверия к субъекту доступа ЛВС СЭД	Изменение текущего уровня доверия к субъекту доступа ЛВС СЭД при положительном исходе процесса установления доверия и наличии данных, связанных с субъектом доступа в событиях ИБ, анализируемых с использованием метода таргетного мониторинга ИБ СЭД	Изменение текущего уровня доверия к субъекту доступа ЛВС СЭД при отрицательном исходе процесса установления доверия и наличии данных, связанных с субъектом доступа в событиях ИБ, анализируемых с использованием метода таргетного мониторинга ИБ СЭД	Опорный уровень доверия к субъекту доступа ЛВС СЭД при наличии данных, связанных с субъектом доступа в событиях ИБ, анализируемых с использованием метода таргетного мониторинга ИБ СЭД
2	Аутентификация с использованием сертификата, подписанного доверенным удостоверяющим центром	+0,5	-0,15	1,5
3	Аутентификация с использованием сертификата, подписанного недоверенным удостоверяющим центром	+0,2	-0,5	1,5
4	Биометрическая аутентификация	+1	-0,1	1

№ п\п	Вариант установления доверия к субъекту доступа ЛВС СЭД	Изменение текущего уровня доверия к субъекту доступа ЛВС СЭД при положительном исходе процесса установления доверия и наличии данных, связанных с субъектом доступа в событиях ИБ, анализируемых с использованием метода таргетного мониторинга ИБ СЭД	Изменение текущего уровня доверия к субъекту доступа ЛВС СЭД при отрицательном исходе процесса установления доверия и наличии данных, связанных с субъектом доступа в событиях ИБ, анализируемых с использованием метода таргетного мониторинга ИБ СЭД	Опорный уровень доверия к субъекту доступа ЛВС СЭД при наличии данных, связанных с субъектом доступа в событиях ИБ, анализируемых с использованием метода таргетного мониторинга ИБ СЭД
5	Аутентификация с использованием одноразового пароля	+1	-1	2
6	Аутентификация с использованием доверенного устройства	+1	-1	2
7	Аутентификация с использованием физического ключа доступа	+1	-1	2

Анализ данных таблицы 1 показал, что метод таргетного мониторинга позволяет определять изменение опорных уровней доверия к субъектам доступа ЛВС, в зависимости от того, какие события ИБ содержали данные, относящиеся к вышеуказанным субъектам доступа. Доверие к каждому субъекту доступа ЛВС СЭД определяется каждый раз при запросе доступа к ЛВС СЭД или её ресурсам [18].

Пусть  $\theta^t$  - текущий уровень доверия к субъекту доступа.

Тогда при каждой попытке установления доверия к субъекту доступа ЛВС СЭД, текущий уровень доверия к нему изменяется следующим образом:

$\theta_i^+ = \theta_{i-1}^+ + \theta^+$  при положительном исходе процесса установления доверия и наличии данных, связанных с субъектом доступа в событиях ИБ, анализируемых с использованием метода таргетного мониторинга ИБ СЭД, и  $\theta_i^- = \theta_{i-1}^- + \theta^-$  при отрицательном исходе процесса установления доверия и наличии данных, связанных с субъектом доступа в событиях ИБ, анализируемых с использованием метода таргетного мониторинга ИБ СЭД, пока  $\theta^+ = \sum_{i=1}^I \theta_i^+ \leq \theta^0, i = \overline{1, I}$ ,

где  $\theta^+$  - текущий уровень доверия к субъекту доступа ЛВС СЭД;

$\theta_i^+$  - текущий уровень доверия к субъекту доступа ЛВС СЭД при  $i$ -ой попытке установления доверия к субъекту доступа ЛВС СЭД;

$\theta^+$  - изменение текущего уровня доверия к субъекту доступа ЛВС СЭД при положительном исходе процесса установления доверия и наличии данных, связанных с субъектом доступа в событиях ИБ, анализируемых с использованием метода таргетного мониторинга ИБ СЭД при  $i$ -ой попытке установления доверия к субъекту доступа ЛВС СЭД;

$\theta^-$  - изменение текущего уровня доверия к субъекту доступа ЛВС СЭД при отрицательном исходе процесса установления доверия и наличии данных, связанных с субъектом доступа в событиях ИБ, анализируемых с использованием метода таргетного мониторинга ИБ СЭД при  $i$ -ой попытке установления доверия к субъекту доступа ЛВС СЭД;

$\theta^0$  - опорный уровень доверия к субъекту доступа ЛВС СЭД;

$I$  - количество попыток установления доверия к субъекту доступа ЛВС СЭД.

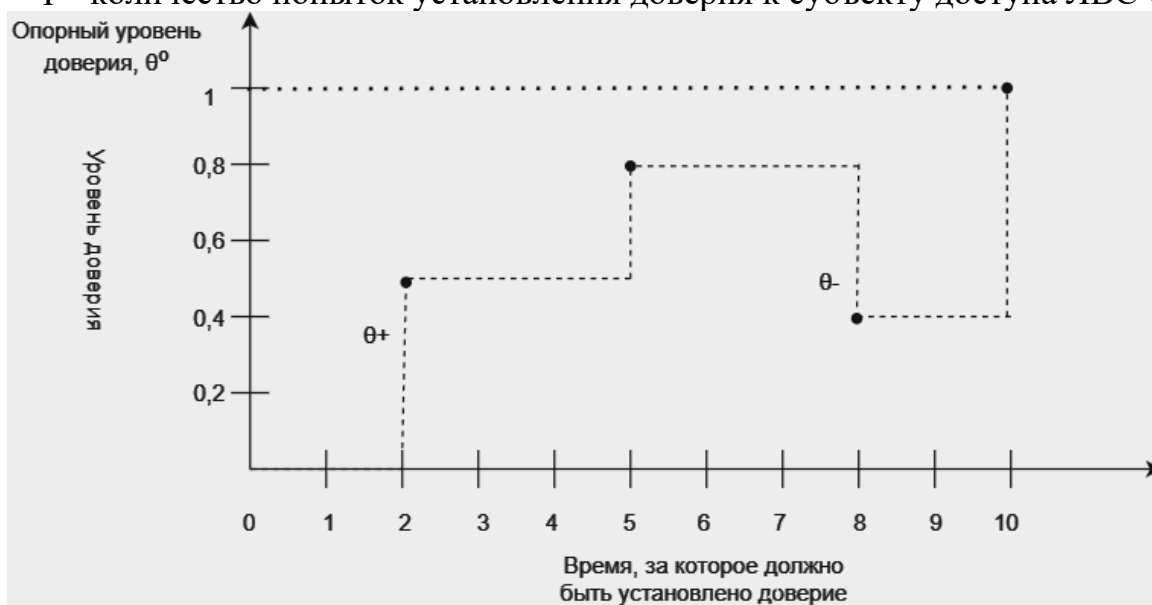


Рис. 1 – Процесс определения и изменения опорных уровней доверия к субъектам доступа ЛВС СЭД при использовании метода таргетного мониторинга ИБ СЭД



Применение метода таргетного мониторинга инцидентов ИБ для реализации модели нулевого доверия в ЛВС СЭД позволяет не только определить опорный уровень доверия к субъекту доступа ЛВС СЭД, начиная с которого доверие к субъекту доступа ЛВС СЭД можно считать установленным, но и динамически изменять текущий уровень доверия к субъекту доступа ЛВС СЭД в зависимости от положительного или отрицательного исхода процесса установления доверия к субъекту доступа ЛВС СЭД.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Zhao, Li & Sun, Meng & Yang, Binbin & Feng, Jiqiang. Zero trust access authorization and control of network boundary based on cloud sea big data fuzzy clustering. // *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems* – 2022. – No. 43. P. 1-13. DOI: 10.3233/JIFS-220128.
2. Vorokhob, Maksym & Kyrychok, Roman & Yaskevych, Vladyslav & Dobryshyn, Yurii & Sydorenko, Serhii. MODERN PERSPECTIVES OF APPLYING THE CONCEPT OF ZERO TRUST IN BUILDING A CORPORATE INFORMATION SECURITY POLICY. // *Cybersecurity: Education, Science, Technique*. – 2023. – No. 1. P. 223-233. DOI: 10.28925/2663-4023.2023.21.223233.
3. Habash, Rania & Khalel, Mahmood. Zero Trust Security Model for Enterprise Networks. // *Iraqi Journal of Information and Communication Technology* - 2023. – No. 6. P. 68-77. DOI: 10.31987/ijict.6.2.223.
4. Salminen, Helvi. Zero Trust: The Magic Bullet or Devil's Advocate?. // *European Conference on Cyber Warfare and Security*. – 2023. – No 22. P. 678-686. DOI: 10.34190/eccws.22.1.1263.
5. Киров, А. Д. Разработка модели метрик информационных событий в системе менеджмента информационной безопасности субъектов экономической деятельности / А. Д. Киров // *Проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы*. – 2021. – № 3. – С. 96-107. – EDN PTOFGP.
6. Kirov, A., Sizov, V. Development of a method for targeted monitoring and processing of information security incidents of economic entities. *J Comput Virol Hack Tech* (2022). pp. 1-6 <https://doi.org/10.1007/s11416-022-00449-8>
7. Сизов В.А. Применение методов слияния «мнений» в аналитических системах мониторинга информационной безопасности субъектов экономической деятельности / В. А. Сизов // *Инжиниринг предприятий и управление знаниями (ИП&УЗ-2022): Сборник научных трудов XXV Международной научной конференции, Москва, 06–07 декабря 2022 года / Под научной редакцией Ю.Ф. Тельнова*. – Москва: Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, 2023. – С. 266-268.
8. Классификация средств защиты информации от ФСТЭК и ФСБ России. [Электронный ресурс]. – 2018. – URL: [https://www.anti-malware.ru/analytics/Market\\_Analysis/infosecurity-systems-classification-fsb-fstek](https://www.anti-malware.ru/analytics/Market_Analysis/infosecurity-systems-classification-fsb-fstek) (дата обращения 31.10.2023)
9. Tudosii, Andrei-Daniel & Graur, Adrian & Balan, Doru & Potorac, Alin Dan. Research on Security Weakness Using Penetration Testing in a Distributed Firewall. // *Sensors* - 2023. – Vol. 5, No 23. DOI: 2683. 10.3390/s23052683.
10. Abbas, Safana & Naser, Wedad & Kadhim, Amal. Subject review: Intrusion Detection System (IDS) and Intrusion Prevention System (IPS) // *Global Journal of Engineering and Technology Advances* – 2023. Vol.2, No 14 P. 155-158. DOI: 10.30574/gjeta.2023.14.2.0031.

11. Botacin, Marcus & Domingues, Felipe & Ceschin, Fabrício & Machnicki, Raphael & Alves, Marco & De Geus, Paulo & Grégio, André. AntiViruses under the Microscope: A Hands-On Perspective // Computers & Security - 2021. Vol. 2, No 112. P. 1-84. DOI: 0.1016/j.cose.2021.102500.
12. Лысов, Д. А. Анализ средств защиты информации от НСД. Модуль доверенной загрузки / Д. А. Лысов, К. В. Карасев // Информационная безопасность и защита персональных данных. Проблемы и пути их решения: Сборник материалов XIV межрегиональной научно-практической конференции, Брянск, 29 апреля 2022 года. – Брянск: Брянский государственный технический университет, 2022. – С. 88-90. – EDN XRHSFL.
13. Модули доверенной загрузки. Преимущества и особенности. [Электронный ресурс]. – 2022. – URL: <https://www.securitylab.ru/analytics/532060.php> (дата обращения 31.10.2023)
14. Новые возможности DLP-систем InfoWatch, Solar Dozor и Forcepoint [Электронный ресурс]. – 2018. – URL: <https://softline.ru/about/blog/novyie-vozmozhnosti-dlp-sistem-infowatch-solar-dozor-i-forcepoint> (дата обращения: 31.10.2023).
15. Чемерицина, Л. Н. Исследование вопросов защиты информации в системах электронного согласования договорной документации по средствам сквозного шифрования и разграничения доступа пользователей / Л. Н. Чемерицина // РАЗВИТИЕ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ: АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ, ДОСТИЖЕНИЯ И ИННОВАЦИИ: сборник статей Международной научно-практической конференции : в 2 ч., Пенза, 20 января 2022 года. Том Часть 1. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2022. – С. 26-28. – EDN CHCLY.
16. Использование средств шифрования для защиты информации в мессенджерах / К. В. Спицин, Д. А. Сидоренко, А. А. Барсукова, Э. И. Ямалтдинова // EUROPEAN RESEARCH : сборник статей XXX Международной научно-практической конференции, Пенза, 08 января 2021 года. – Пенза: "Наука и Просвещение" (ИП Гуляев Г.Ю.), 2021. – С. 10-12. – EDN MOGOGX.
17. Игнатовец, А. В. Разработка методологии создания web-ориентированной системы электронного документооборота с электронной подписью / А. В. Игнатовец // Инжиниринг предприятий и управление знаниями (ИП&УЗ-2020) : Сборник научных трудов XXIII Международной научной конференции, Москва, 08–09 декабря 2020 года / Под научной редакцией Ю.Ф. Тельнова. – Москва: Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, 2021. – С. 254-259. – EDN SWQKNZ.
18. Киров А.Д. Разработка модели таргетного мониторинга информационной безопасности субъекта экономической деятельности на основе использования пакетов экспертизы / А. Д. Киров // Инжиниринг предприятий и управление знаниями (ИП&УЗ-2022): Сборник научных трудов XXV Международной научной конференции, Москва, 06–07 декабря 2022 года / Под научной редакцией Ю.Ф. Тельнова. – Москва: Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, 2023. – С. 144-150.

**УДК 65.011**

*Клячин М. С.*

*Старший преподаватель, РЭУ им. Г. В. Плеханова, г. Москва*

## **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИТ-ИНСТРУМЕНТАРИЯ УПРАВЛЕНИЯ МАССОВЫМИ МЕРОПРИЯТИЯМИ**

Данная статья посвящена методу оценки эффективности применения ИТ-инструментария управления массовыми мероприятиями, такими как конференции, фестивали,

выставки, спортивные соревнования и другие. Необходимость применения такого инструментария обуславливается экономическими вызовами последних лет, с которыми столкнулись организаторы массовых мероприятий. Экономическая эффективность их проведения стала ключевым фактором выживания в отрасли.

В связи с необходимостью поиска такого ИТ-инструментария организаторам требуется и метод оценки эффективности его применения, который и раскрывается в статье. Данный метод представляет собой трехуровневую модель. Первый уровень определяется показателем выполнения плана массового мероприятия, как основной задачи организаторов. Показатель второго уровня рассчитывается на основании стоимости несоответствия фактического использования ресурсов плану. На третьем уровне находится показатель, связанный с производительностью автоматизируемых процессов. Данные показатели могут быть приведены к абсолютному значению, выраженному в денежной форме, что позволит использовать данную модель при проведении комплексной оценки эффективности внедрения или реализации ИТ-проекта в целом.

Представленное в статье исследование может быть полезным для специалистов в области организации массовых мероприятий, а также ИТ-интеграторам и разработчикам, реализующих проекты для этой отрасли.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** массовые мероприятия, оценка эффективности, ИТ-инструментарий.

В эпоху цифровой трансформации государство и бизнес активно используют новые технологии и информационные решения, чтобы оставаться конкурентоспособными и адаптироваться к постоянно меняющейся среде. Внедрение информационных систем стало обязательным этапом в развитии практически любой организации, и в этом контексте вопрос об оценке эффективности внедрения информационных систем становится все более актуальным. Не стала исключением и событийная индустрия, испытавшая значительные потрясения [1, 2] после начала пандемии CoViD-19. Являющаяся основополагающим фактором для поддержания жизнеспособности различных компаний [3, 4] задача разумного и эффективного использования ресурсов стала особенно важной для организаторов массовых мероприятий.

Для решения этой задачи необходимо использовать такой ИТ-инструментарий, который будет учитывать особенности, характерные как для данной отрасли в целом, так и для конкретного массового мероприятия, где он будет применяться. Но ввиду того, что ИТ-решения в области массовых мероприятий, которые доступны на российском рынке, в основном направлены на автоматизацию отдельных бизнес-процессов или разрабатываются исключительно для применения на конкретных мероприятиях, требуются значительные вложения со стороны организаторов массовых мероприятий для их комплексной автоматизации. В свою очередь для согласования выделения бюджета под такие проекты необходима оценка эффективности применения полученной информационной системы, учитывающая ее специфику, что и определяет актуальность представленного в статье вопроса.

Цели проведения различны для каждого массового мероприятия. Однако, несмотря на различия, одним из важных вопросов для организаторов является обеспечение его экономической эффективности. Одним из основных факторов, оказывающим на нее существенное влияние в процессе проведения мероприятия, является эффективное распределение ресурсов: от этого зависят расходы на их

использование с одной стороны, и уровень исполнения плана массового мероприятия – с другой, поскольку он является основой для взаимодействия с заинтересованными сторонами (спонсорами, заказчиками, участниками и зрителями) при организации мероприятия, и содержит информацию о ключевых действиях массового мероприятия (КДММ), таких как выступление, матч и т.п., включая используемые в их рамках ресурсы, к которым также относятся и участники (человеческий ресурс).

Следовательно, используемый ИТ-инструментарий в первую очередь должен быть ориентирован на эффективное управление ресурсами с целью максимального обеспечения ими потребностей КДММ, учитывая тот факт, что изначально запланированные к использованию на конкретном КДММ ресурсы могут быть по каким-либо причинам недоступны в нужный момент. В связи с этим организаторами при планировании закладывается резерв таких ресурсов и допускается их перераспределение в случае необходимости. Следует отметить, что КДММ реализуются в процессе проведения мероприятия и могут быть сгруппированы по временным периодам так, что для всех КДММ в рамках одного периода необходимо каждому из них предоставить полный набор собственных ресурсов, в то время как КДММ из другого временного периода может повторно использовать ресурс, задействованный в предыдущих периодах.

Каждый КДММ можно определить как некоторое количество «Требований», представляющих собой необходимое количество определенных наборов ресурсов, связанных некоторым заложенным организаторами смыслом, при этом обладающих конкретными характеристиками. В зависимости от замысла организаторов такие наборы могут играть разные роли в рамках конкретного КДММ, что позволяет методом экспертных оценок установить вес важности каждого такого набора. Это, в свою очередь, позволяет более эффективно распределять имеющиеся в момент начала КДММ ресурсы в условиях дефицита, отдавая приоритет Требованию с *большим* весом.

Таким образом, для оценки эффективности ИТ-инструментария следует рассматривать показатель выполнения плана массового мероприятия ( $E_p$ ), который может быть выражен через оценку обеспечения необходимыми ресурсами входящих в него КДММ, которая, в свою очередь, может быть определена через отношение фактически предоставленных в момент начала действия ресурсов к плановому показателю, с учетом коэффициента важности каждого Требования.

$$E_p = \frac{\sum_{k \in K} w_k \sum_{i \in R} \left( \frac{x_{ik}}{q_{ik}} \right)}{\sum_{k \in K} w_k},$$

где  $x_{ik}$  – количество фактически предоставленного ресурса  $i$  по Требованию  $k$ ;  $q_{ik}$  – плановое количество ресурса  $i$  по требованию  $k$ ;  $w_k$  – вес Требования  $k$ ;  $K$  – множество всех Требованиях всех КДММ массового мероприятия;  $R$  – множество всех ресурсов массового мероприятия.

Следовательно, ИТ-решение является эффективным, если значение показателя становится выше, и неэффективным, если становится ниже. В случае, если показатель не изменяется, что ожидается в большинстве случаев, когда план соответствует факту, то необходимо провести оценку по второму показателю ( $E_R$ ), отражающему превышение изначально запланированных затрат на использование ресурсов на мероприятии.

В этом случае рассматриваются два набора распределения ресурсов:  $Y^1$  – множество, представляющее фактическое распределение ресурсов по окончании проведения мероприятия и  $Y^0$  – множество, представляющее плановое распределение ресурсов перед началом проведения мероприятия. Пусть определена некоторая функция  $P(Y)$ , позволяющая рассчитать суммарные затраты на использование ресурсов из множества  $Y$ . Тогда показатель будет рассчитываться по следующей формуле:

$$E_R = \frac{P(Y^1)}{P(Y^0)} - 1$$

Любое из этих двух множеств можно представить в виде матрицы, где строки соответствуют конкретному ресурсу массового мероприятия, а столбец – Требованию из множества Требований всех КДММ, входящих в план массового мероприятия:

$$Y = \begin{bmatrix} y_{11} & \cdots & y_{1N} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{M1} & \cdots & y_{MN} \end{bmatrix},$$

где  $M$  – количество различных ресурсов массового мероприятия,  $N$  – количество всех Требований в рамках всех КДММ, а  $y_{ij}$  – количество  $i$ -го ресурса, использованное или запланированное (в зависимости от  $Y$ ) в соответствии с  $j$ -ым требованием КДММ. Тогда функция  $P(Y)$  в самом простом случае может принимать вид:

$$P(Y) = \sum_{i=1}^M p_i \sum_{j=1}^N y_{ij},$$

где  $p_i$  – константа стоимости использования одной единицы  $i$ -го ресурса.

Таким образом, применение ИТ-инструментария следует считать более эффективным при меньшем неотрицательном значении данного показателя. Отрицательное значение свидетельствует о изначальной неэффективности в связи с некорректным распределением еще на этапе планирования. В случае, если значения показателя равны, необходимо выполнить оценку по третьему показателю, связанному с автоматизацией процессов мероприятия.

Данный показатель ( $E_T$ ) рассчитывается как усредненное значение производительности обработки одного ресурса массового мероприятия на всех учитываемых, т.е. автоматизируемых, процессах, выражаемое в человеко-секундах:

$$E_T = \frac{\sum_{f \in F} t_f}{||F||},$$

где  $F$  – множество операций с ресурсами массовых мероприятий в рамках учитываемых процессов, а  $t_f$  – время выполнения процесса. При этом применение ИТ-инструментария считается эффективным, если значение показателя становится меньше. Однако, необходимо принимать во внимание, что для подобного сравнения допустимо учитывать только наборы соответствующих по своей сути процессов.

Приведенные выше показатели рассчитываются в общем виде, что в свою очередь позволяет применять их для оценки при имитационном и эмпирическом моделировании. Данные показатели являются относительными, но могут быть приведены к абсолютному единому экономическому показателю ( $E_e$ ) с использованием следующей формулы расчета:

$$E_e = \Delta E_p \times D - \Delta E_R \times P(Y^1) - \Delta E_T \times ||F|| \times S,$$

где  $D$  – размер дохода от мероприятия, а  $S$  – размер затрат на работников, выполняющих задачи в рамках рассматриваемых процессов.

В заключение следует отметить, что использование описанного метода оценки применения ИТ-инструментария управления массовыми мероприятиями учитывает его специфику, позволяет определить соответствие применяемого решения поставленным перед ним задачам, однако сам метод не позиционируется как всеобъемлющее решение. Для получения более точной оценки эффективности внедрения или реализации всего ИТ-проекта следует применять комплексные методы [5, 6], в рамках которых использовать представленные показатели в совокупности с другими, выбранными в соответствии с необходимостью для конкретного проекта внедрения.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Каннер Д. Д., Лысоченко А. А. Оценка состояния event-индустрии в России и современных экономических условиях // Московский экономический журнал. 2021. №7. DOI: 10.24412/2413-046X-2021-10405
2. Маркетинговое исследование «COVID-19: угрозы и вызовы событийной индустрии в России. Результаты опроса участников рынка. Итоги 2020 года». 01.11.2020 - 20.01.2021 // ВНИЦ R&C URL: <https://rnc-consult.ru/research/marketingovoe-issledovanie-covid-19-ugrozy-i-vyzovy-sobytiynoy-industrii-v-rossii-rezultaty-oprosa-utcastnikov-rynka-itogi-2020-goda.html> (дата обращения: 23.10.2023)
3. Коробова О. О. Распределение ресурсов как основная задача системы управления предприятием // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. 2014. №4 (40). С. 76-82.
4. Kurpayanidi K. I., Mukhsinova S. O. The problem of optimal distribution of economic resources // ISJ Theoretical & Applied Science, 01 (93). – 2021. – P. 14-22.
5. Дик В. В. и др. Аутсорсинг-эффективный способ приобретения информационной системы // Вестник Московского университета МВД России. – 2015. – №. 6. – С. 229-233.
6. Краузе Р. П. Исследование методических подходов к оценке эффективности ИТ-проектов на предприятиях // Бизнес-образование в экономике знаний. – 2020. – №. 3 (17). – С. 87-92.

УДК 334.75

**Колесник Г.В.**

*д.э.н., доцент, профессор базовой кафедры цифровой экономики  
РЭУ им. Г.В. Плеханова, Москва*

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ВИРТУАЛЬНЫХ ОБЪЕДИНЕНИЙ ПРЕДПРИЯТИЙ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА В РАМКАХ СИСТЕМЫ ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОТРУДНИЧЕСТВА

Рассматривается задача использования возможностей кооперирования, предоставляемых системой военно-технического сотрудничества, для оптимизации

деятельности предприятий оборонно-промышленного комплекса. Разрабатывается и исследуется иерархическая модель системы военно-технического сотрудничества, учитывающая возможность формирования временных объединений (виртуальных предприятий) для выполнения конкретных заказов потребителей. Исследованы режимы функционирования этой системы, выявлены параметры, при которых стратегия создания виртуального предприятия будет эффективной.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** виртуальное предприятие, цифровые технологии, кооперация, формирование объединений

Развитие технологий поиска и обработки больших массивов данных в цифровой форме привело к существенному снижению в промышленности транзакционных издержек, связанных с выбором потенциальных партнёров и заключением договоров. В результате предприятия получили возможность использовать новые формы взаимодействия, заключающиеся в динамическом образовании партнёрств для выполнения конкретных заказов, требующих наличия межотраслевых компетенций [3, 7]. Использование данных стратегий может приводить к значительному росту эффективности за счет технологических и организационных особенностей, присущих элементам, входящим в такие партнёрства (высокий уровень специализации, большая степень экономии от масштаба и т.д.).

Одной из особенностей оборонно-промышленного комплекса является возможность использования кооперативных стратегий взаимодействия контрагентов, которые представляет система военно-технического сотрудничества [6].

Классическим результатом математической теории игр является то, что при переходе к кооперативному поведению стороны могут лишь улучшить свое положение. В связи с этим, помимо исследования рыночных механизмов повышения эффективности функционирования фирм, следует уделить особое внимание изучению вопросов, связанных с использованием возможностей системы военно-технического сотрудничества (ВТС) для повышения эффективности производственных и маркетинговых стратегий производителей, сохранения конкурентоспособности, стабилизации и расширения объема продаж продукции отечественного производства.

В настоящее время преимущества, предоставляемые системой ВТС, еще не до конца поняты и исследованы. Основополагающими в этом смысле являются работы [4, 5], в которых система ВТС рассматривается как интегрирующее и координирующее звено в цепочках "производитель - производитель" и "производитель - заказчик", позволяющее получать дополнительную прибыль за счет кооперации фирм-производителей.

В работе [4] исследуется роль системы ВТС во взаимодействии государств СНГ. В частности, исследуется задача координации ценовой политики производителей на внешнем рынке, с использованием системы ВТС. Кроме того, проводится исследование процессов построения эффективной структуры производства путем формирования оптимальных технологических цепочек на межгосударственном уровне, и изучается роль системы ВТС в этом процессе.

В работе [5] рассматривается процесс координации межотраслевого взаимодействия предприятий ОПК и ресурсных отраслей промышленности с

участием системы ВТС. В частности, изучаются возможности повышения эффективности функционирования предприятий ОПК на внешнем рынке за счет использования стратегий комплектования.

При моделировании взаимодействия национальных ОПК на внешнем рынке через систему ВТС широко используется аппарат иерархических структур. Первоначально понятие иерархической структуры возникло при исследовании технических систем, а впоследствии распространилось и на социально-экономические системы.

Характерной особенностью рассматриваемых в социально-экономических исследованиях иерархических структур, является большая самостоятельность отдельных их уровней. Если техническая система подчинена выполнению некоторого согласованного множества целей, которые и реализуются в элементах ее структуры, то элементы структуры социально-экономической системы могут иметь различные, зачастую противоречащие друг другу цели. Это существенно усложняет процесс обеспечения их координации с целью выработки согласованного решения.

Типичный вид иерархической системы, описывающий взаимодействие предприятий национальных ОПК с системой ВТС, включает в себя три уровня иерархии.

На первом уровне иерархии рассматриваются математические модели, описывающие функционирование отдельных предприятий и их комплексом. В качестве базового описания для данного уровня может быть рассмотрена модель межотраслевого баланса, в которой промышленный комплекс представлен  $n$  типами предприятий, каждый из которых выпускает только один вид продукции.

В процессе производства предприятия, входящие в состав ОПК затрачивают средства производства из числа выпускаемой ими продукции, при ограничениях, накладываемых имеющимися основными производственными мощностями  $K_j$ :

$$x_i(t) = \sum_{j=1}^n (a_{ij}x_j(t) + b_{ij}\dot{K}_j(t + \tau_j)) + C_i(t),$$

$$0 \leq x_i(t) \leq K_i(t), \quad \dot{K}_i(t) \geq 0,$$

где  $x_i(t)$  – объем выпуска продукции  $i$ -м предприятием ОПК,  $K_i(t)$  – мощность  $i$ -го предприятия в момент времени  $t$ ,  $C_i(t)$  – поток потребления конечной продукции (заказов) в момент  $t$ ,  $a_{ij}$  – коэффициенты прямых затрат промежуточного продукта  $i$  на производство единицы продукта  $j$ ,  $b_{ij}$  – коэффициенты фондообразующих затрат продукта  $i$  на прирост производственной мощности  $j$ -го предприятия на единицу,  $\tau_j$  – длительность процесса ввода в эксплуатацию производственной мощности  $j$ -го типа.

В данной модели предполагается, что вся продукция  $x_i$ , произведенная предприятиями, реализуется на рынках промежуточной продукции, используемой в дальнейшем производстве в качестве сырья и комплектующих, фондообразующей продукции, расходуемой на увеличение производственной мощности, и конечной продукции, направляемой заказчиком.

Закупки продукции на рынке производители планируют из сделанных выше предположений об обеспечении выполнения планового задания, а заказчики – для



максимизации функции полезности  $\varphi_k$  при бюджетном ограничении, определяемом фиксированной величиной выделенных на закупку средств:

$$\varphi_k(c_k) \rightarrow \max; \quad (p, c_k) \leq D_k. \quad (1)$$

где  $c_k = (c_{1k}, \dots, c_{nk})$  – вектор объемов закупок соответствующего типа продукции  $k$ -м заказчиком,  $D_k$  – средства, выделяемые на закупку продукции  $k$ -м заказчиком,  $p = (p_1, \dots, p_n)$  – вектор рыночных цен продукции.

При заданных величинах спроса и предложения продукции формируются рыночные цены продукции  $p$  и заработная плата  $q$ . При этом условия равновесия на соответствующих рынках имеют вид

$$p_i \geq \bar{p}_i; \quad \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j(p, q) + \sum_{k=1}^m c_{ik}(p, D_k) = x_i(p, q); \quad i = 1, \dots, n, \quad (2)$$

$$q \geq \bar{q}; \quad \sum_{j=1}^n l_j(p, q) = l(q, \bar{q}), \quad (3)$$

где  $\bar{p}_i$  – себестоимость продукции  $j$ -го типа;  $\bar{q}$  – минимальная резервная заработная плата;  $l$  – занятость рабочей силы.

Предполагается, что вся полученная предприятиями прибыль расходуется на потребление. При этом общий капитал, авансированный в отрасли промышленности, остается неизменным с течением времени, однако часть его, направляемая в ту или иную отрасль, изменяется в зависимости от ее прибыльности согласно следующему соотношению:

$$K_j^{t+1} = K_j^t (1 + \varepsilon(\rho_j^t - \rho)), \quad (4)$$

где  $K_j^t$  – капитал  $j$ -го типа предприятий на конец года  $t$ ,  $\rho_j^t$  – норма прибыли  $j$ -го типа предприятий в году  $t$ ,  $\varepsilon$  – скорость перетока капитала между предприятиями,  $\rho$  – приемлемая для инвестора норма прибыли.

Известно, что система, описываемая соотношениями (4) имеет стационарный режим, характеристики которого определяются экзогенными параметрами модели  $\varepsilon$  и  $\rho$ , отражающими условия функционирования системы предприятий в соответствующей ситуации [2].

Следовательно, рассмотренная модель позволяет определять стационарный режим функционирования промышленного комплекса с заданными параметрами и отыскивать характеристики соответствующих рынков: величины равновесных рыночных цен, а также нормы прибыли и объемы выпуска продукции предприятиями.

Следует, однако отметить, что рассмотренная модель является справедливой только в рамках очень ограниченных условий. Это связано с тем, что изначально она ориентирована на описание замкнутой экономической системы с совершенной конкуренцией, а реальные экономические условия, как правило, далеки от обоих данных предположений. В частности, предположение о линейности технологий, используемое в моделях межотраслевого баланса, не выполняется в большинстве отраслей. В частности, как уже отмечалось выше, предприятия, входящие в ОПК, характеризуются технологиями с возрастающей отдачей на масштаб производства.

Кроме того, в модели отсутствует явное описание целей функционирования предприятий ОПК, а неявное предположение о том, что они будут выбирать объем

выпуска, соответствующий плановым заданиям, требует дополнительного обоснования с учетом наличия рыночных целей их функционирования [1, 8].

Для учёта в модели возможности формирования кооперативных связей с предприятиями других стран в рамках виртуального предприятия, на втором уровне данной системы рассматривается стандартное взаимодействие национальных ОПК на мировом рынке, максимизирующих собственную прибыль. Математическая формализация такого взаимодействия имеет следующий вид:

$$H_i(x, u) \rightarrow \max_{u_i}; \quad u_i \in U_i; \quad (5)$$

$$\dot{x}_i(t) = f_i(t, x, u); \quad x_i(0) = x_i^0; \quad (6)$$

$$x_i \geq 0; \quad i = 1, \dots, n,$$

где  $H_i(x, u)$  – критерий эффективности функционирования  $i$ -го национального ОПК;  $x = (x_1, \dots, x_n)$  – параметры состояния предприятий промышленного комплекса;  $u = (u_1, \dots, u_n)$  – параметры управления промышленным комплексом;  $f(t, x, u)$  – вектор-функция, описывающая динамику переменных состояния  $x$ .

Стандартным критерием эффективности функционирования ОПК (5) может являться чистая прибыль, занимаемая доля рынка и другие экономические цели. Кроме того, в исследуемой модели может предполагаться множественность целей функционирования ОПК, которые не сводятся только к экономическим [1].

Управлением  $u$  в данной системе будет используемая стратегия взаимодействия с другими производителями. Например, это взаимодействие может описываться моделями олигополистической конкуренции, при этом управлениями могут являться назначаемые объемы выпуска продукции и цена продукции.

На третьем уровне в рассматриваемой иерархической структуре выделяется система ВТС как интегрирующий и координирующий орган, который может использовать различные стратегии интеграции с целью максимизации критерия качества функционирования всей рассматриваемой системы  $Q(x, y)$ .

В этом случае функционирование системы будет описываться следующей иерархической задачей принятия решений:

$$Q(x, y, u, v) \rightarrow \max_v; \quad v \in V; \quad (7)$$

$$H_i(x, u, v) \rightarrow \max_{u_i}; \quad u_i \in U_i; \quad (8)$$

$$\dot{x}_i(t) = f_i(t, x, u, v); \quad x_i(0) = x_i^0; \quad (9)$$

где  $Q(x, y, u, v)$  – агрегированный критерий эффективности функционирования системы;  $H_i(x, u, v)$  – критерий эффективности функционирования  $i$ -го элемента виртуального предприятия;  $y = (y_1, \dots, y_n)$  – параметры состояния системы, не входящие в задачи (5) – (6) отдельных предприятий;  $v = (v_1, \dots, v_l)$  – параметры выбранной стратегии сотрудничества.

Конкретный характер рассматриваемых в модели взаимосвязей в рамках виртуального предприятия  $v$  будет определяться типом выбранных стратегий военно-технического сотрудничества государств-участников, влияние которых на систему изучается в экспериментах.

Возможный критерий функционирования системы ВТС (7) может быть выбран различным образом. При исследовании стратегий управления военно-техническим сотрудничеством представляется целесообразным использовать в составе критерия следующие величины:

- суммарная прибыль государств-участников;
- совокупная доля рынка, занимаемая продукцией государств-участников;
- показатели уровня безопасности, обеспечиваемые ВТС;
- социально-экономические показатели (число создаваемых рабочих мест, доля выпуска ОПК в ВВП государств-участников и т.д.).

Использование данных величин позволяет провести комплексную оценку функционирования системы ВТС как с точки зрения экономической эффективности (максимизация прибыли, увеличение доли рынка, повышение конкурентоспособности продукции), так и с точки зрения обеспечения военно-технической безопасности государств-участников.

Таким образом, изложенная выше задача (7) – (9) представляет собой иерархическую динамическую игру национальных ОПК и системы ВТС.

Данная модель может применяться для исследования стратегий формирования виртуальных объединений предприятий на базе системы военно-технического сотрудничества, эффект которых распределен во времени, так как она корректно отражает структуру национальных ОПК и системы ВТС, что позволяет более точно прогнозировать параметры их функционирования.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Волощук С.Д. Оценка социально-экономической значимости предприятий оборонно-промышленного комплекса // Экономика и математические методы. 2010. Т. 46. № 1. С. 47-63.
2. Тимохов А.В., Ледак В.К. Динамическая модель простого воспроизводства// В сб. "Программное обеспечение вычислительных комплексов." - М.: Изд-во МГУ, 1985. С. 119-148.
3. Хромов И.Е. Виртуальная организация как новая организационная форма управления предприятием // Экономические науки, 2018. № 8 (165). С. 65-69.
4. Чемезов С.В., Швец Н.Н. Военно-техническое сотрудничество России: от взаимодействия через интеграцию к рациональной маркетинговой стратегии: Монография. - М.: ЦОП АВН, 2002.
5. Швец Н.Н. Оптимизация взаимодействия субъектов военно-технического сотрудничества на основе микрологистических моделей // Проблемы стратегического менеджмента и механизмы военно-гражданской интеграции в высокотехнологичных отраслях промышленности: Сб. науч. тр. – М.: ЦОП АВН, 2011. С. 87 – 94.
6. Швец Н.Н., Колесник Г.В. Моделирование кооперативного взаимодействия субъектов военно-технического сотрудничества // Проблемы стратегического менеджмента и механизмы военно-гражданской интеграции в высокотехнологичных отраслях промышленности: Сб. науч. тр. – М.: ЦОП АВН, 2011. С. 133 – 143.
7. Radut C. Virtual corporations, enterprise and organization // *Economia. Seria Management*, 2009. Vol. 12. No. 1. P. 121-135.
8. Shvets N., Philippova A., Kolesnik G. Globalization of the power sector as factor for sustainable development and energy security // *International Journal of Energy Economics and Policy*, 2020. Vol. 10. No. 1. P. 185-192.

## **МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ И БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ СЕТЕВОГО ПРЕДПРИЯТИЯ<sup>3</sup>**

В статье обоснована необходимость разработки нового подхода к обеспечению информационной безопасности производственных и бизнес-процессов вследствие особенностей архитектуры гибкого и динамического взаимодействия участников сетевого предприятия. В этой связи предложено выделение процессов деятельности, которые оказывают существенное влияние на достижение сетевого эффекта, и осуществлена формализация модели оценки угроз и рисков вредоносных воздействий на функционирование сетевого предприятия с учетом важности и ценности бизнес-процессов, составляющих производственные цепочки.

В статье определен комплекс методов защиты информационных ресурсов сетевого предприятия от преднамеренных кибератак и утечек информации для защиты бизнес-процессов, порождающих сетевой эффект, на основе применения модели нулевого доверия. Предложено наиболее важные производственные цепочки объединять в виртуальный периметр безопасности, что позволит минимизировать возможность вклинивания злоумышленников в процессы деятельности сетевого предприятия.

В статье предложено реализовать методы защиты информационных ресурсов сетевого предприятия в виде сервисов информационной безопасности на многоагентной платформе поддержки производственных и бизнес-процессов, в том числе сервис непрерывного динамического мониторинга состояния важнейших звеньев производственных цепочек.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** сетевое предприятие, модель нулевого доверия, коммерческие риски, риски информационной безопасности, кибер-угрозы.

### **Введение**

Актуальность проблемы информационной безопасности в сетевых предприятиях обуславливается факторами, заложенными в самой сути сетевой архитектуры: децентрализованная сеть, отсутствие общего периметра безопасности, использование разного программно-аппаратного обеспечения участниками сетевого предприятия, использование смарт-устройств и Интернета вещей. Современные предприятия активно внедряют цифровые технологии, автоматизируют бизнес-процессы и переходят к облачным решениям, что увеличивает объем обрабатываемой информации и, следовательно, растёт потенциальная угроза утечки и злоупотребления данными.

Концепция сетевого предприятия подразумевает отсутствие офиса компании в привычном понимании, что создаёт дополнительные точки входа для потенциальных кибер-атак. Существующие методы оценки рисков и защиты информации запаздывают по сравнению со скоростью развития цифрового бизнеса. Это порождает возникновение новых рисков и угроз информационной безопасности, который не учитываются действующими моделями оценки рисков, а стандартные методы защиты информации не могут обеспечить достаточный уровень защищенности сетевых предприятий.

Законодательство в области информационной безопасности становится все более строгим. Сетевые предприятия обязаны соблюдать правила и нормативы,

---

<sup>3</sup> Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-11-00282

связанные с защитой данных и конфиденциальностью. В зависимости от вида деятельности, сетевые предприятия могут попадать под требования федерального закона “О критической информационной инфраструктуре”, что приводит к необходимости учитывать требования регуляторов при формировании системы защиты информации, а это не всегда коррелирует с бизнес-целями организации.

Реализация угроз кибербезопасности может нанести ущерб репутации, финансам, данным и безопасности. Ряд угроз, в том числе и информационного характера, могут негативно повлиять на деятельность организации, применившей новую бизнес-модель. Например, потеря качества, связанная с вмешательством злоумышленников в производственную цепочку, может подорвать доверие к бренду и бизнесу компании. Персональные данные клиентов могут быть скомпрометированы, что приведёт к нарушению закона о конфиденциальности и безопасности персональных данных, включая международные документы подобного рода. Кибератаки также могут нарушить цепочки поставок и хранения продукции, что приведёт к остановке работы сетевого предприятия. Одной из основных задач обеспечения кибербезопасности сетевых предприятий, является её защита от потенциальных кибератак.

Основные угрозы, связанные с кибербезопасностью, и в целом вопросы безопасности сетевых предприятий анализировались в [1], [2]. Многие компании зависят от целостности и доступности своей информации. Потеря данных или нарушение безопасности может стоить компании значительных финансовых и репутационных потерь. В свою очередь, масштабы интернет-преступности постоянно растут. Необходим новый подход к оценке рисков информационной безопасности, а также требуется разработать методы защиты информации в сетевых предприятиях, отвечающие их бизнес-целям.

### **Построение модели оценки угроз и рисков вредоносных воздействий на производственные и бизнес-процессы сетевого предприятия**

Использование передовых технологий, таких как smart-вещи, современные сетевые технологии, логистика и Интернет вещей, радикально изменило существующие цепочки создания стоимости и привело к разработке новых бизнес-моделей, сделав сетевые предприятия важным элементом инфраструктуры сетевой экономики. Одним из наиболее значительных изменений в Индустрии 4.0 является растущая ценность и значимость данных, что делает их ценным товаром. Обычным производственным компаниям необходимо изменить свой подход к управлению большими объёмами данных, что является существенным вызовом в их деятельности. Использование в производстве новых интеллектуальных технических инструментов делает производственные процессы быстрее, дешевле, проще и разнообразнее. Предприятия могут получить выгоду от Индустрии 4.0 несколькими способами: снижением затрат на рабочую силу, упрощением бизнес-процессов, повышением прозрачности логистики, а также повышением производительности труда и доходов от роста объемов производства.

Все участники производственной цепочки сетевого предприятия получают сетевой эффект, возникающий в процессе деятельности предприятия. В экономике сетевой эффект — это явление, при котором ценность или полезность, которую пользователь извлекает из товара или услуги, зависит от общего количества пользователей, рассматриваемого товара или услуги. Согласно [2] в цифровом бизнесе сетевой эффект определяется эффективностью всех участников производственной

цепочки, а не только головного предприятия. В случае, если сетевой эффект для участников сетевого предприятия будет снижен или вообще отсутствовать, то взаимодействующим предприятиям будет не интересно образовывать общую структуру в рамках единой концепции бизнеса.

Исходя из вышесказанного, одной из задач обеспечения безопасности сетевых предприятий, как и участников производственных цепочек, является сохранение сетевого эффекта. Стоит учитывать, что ценность от положительного сетевого эффекта определяется по закону Меткалфа — ценность сетевого эффекта пропорциональна половине квадрата числа участников взаимодействия [3]. Несмотря на продолжающиеся дискуссии [4, 5] вокруг правильности закона Меткалфа, в контексте сетевых предприятий в первом приближении он работает. Ведь большее количество участников сетевого предприятия, как продавцов, так и заказчиков, увеличивают общее количество выполняемых взаимодействий в сети предприятия, соответственно возрастает количество производственных цепочек. В свою очередь, возрастающее количество участников, увеличивает масштаб сетевого предприятия, за которым следует увеличение количества, вовлечённых в рабочий процесс устройств, как следствие возрастает объём сетевых взаимодействий и потенциально уязвимых точек в сети, через которые злоумышленники могут реализовать свои угрозы.

Для учёта сетевого эффекта при оценке рисков сетевого предприятия предлагается выделить порождающие сетевой эффект процессы, как особый актив, а реализацию угрозы в отношении такого актива, как недопустимое событие. В [6] под ценным активом организации понимается все, что имеет ценность для организации в интересах достижения целей деятельности и находится в её распоряжении. В примечании говорится, что к активам могут относиться: информация, средства её обработки, финансовые и человеческие ресурсы, технологические и информационные процессы, выпускаемая продукция, оказываемые услуги и т.д. Для применения подобного подхода, необходимо проанализировать, какие именно технологические или информационные процессы сетевого предприятия порождают сетевой эффект, выделив эти процессы в отдельную категорию. Также необходимо определить, как оценить подобный актив, и вычислить коэффициент риска, после которого, реализованная угроза в отношении актива, будет считаться недопустимой.

Термин «недопустимое событие» не является официальным в сфере информационной безопасности, но активно продвигается компаниями, как элемент, новой концепцией информационной безопасности в бизнесе. В общем смысле, недопустимое событие можно определить, как — событие в результате кибератаки, делающее невозможным достижение операционных и (или) стратегических целей организации или, приводящее к значительному нарушению, её основной деятельности.

Согласно [2], сетевой эффект, который приобретает организация, напрямую зависит от занимаемой роли участника выбранного типа бизнес-модели. В зависимости от роли, а, как следствие, и используемых активов в производственной цепочке, модели угроз участников сетевого предприятия будут значительно отличаться. Модель угроз - это физическое, математическое и описательное представление свойств или характеристик угроз безопасности информации [12]. Без моделирования угроз нет возможности полноценно провести оценку рисков, так как отсутствует точное описание того, как конкретные угрозы могут повлиять на информацию и средства её обработки.

Подавляющее большинство методик оценки рисков основано на формуле произведения, в различных вариациях, следующих показателей: стоимость активов,

уровень потенциального ущерба, вероятность реализации угрозы, уровень уязвимости актива, вероятность существования угрозы или уязвимости.

В стандарте NIST 800-30 значение риска вычисляется по формуле [13]:

$$R = P(t) * S,$$

где  $R$  — значение риска,  $P(t)$  — вероятность реализации угрозы,  $S$  — цена актива или величина ущерба в результате реализованной угрозы, как правило, в денежных единицах.

По ГОСТ Р ИСО 27005-2010:

$$R = S * P(t) * P(v),$$

где  $R$  — значение риска,  $P(t)$  — вероятность реализации угрозы информационной безопасности,  $P(v)$  — вероятность наличия уязвимости.

В итоге, вычисляется значение риска в относительных единицах, которое можно ранжировать по степени значимости для процедуры управления рисками информационной безопасности.

Для сетевого предприятия в формулу оценки риска предлагается добавить коэффициент, отображающий ценность процессов, в результате которых создаётся сетевой эффект. Предлагается ввести переменную —  $N$  (уровень потери сетевого эффекта), которая принимает значения от 1 до 4, где:

1. Бизнес-процесс не порождает сетевой эффект.
2. Реализация определённой угрозы оказывает незначительное влияние на сетевой эффект.
3. Реализация определённой угрозы оказывает сильное влияние на сетевой эффект (сетевой эффект уменьшается более чем на 50%).
4. Реализации определённой угрозы полностью отменяет сетевой эффект от процесса.

Коэффициент, отображающий ценность процессов, необходимо уточнить коэффициентом уровня важности сетевого эффекта (переменная  $I$ ), определяемым критичностью простоя конкретного бизнес-процесса (определяется временем простоя бизнес-процесса), принимает значения в диапазоне от 1 до 4, где:

1. Максимальное время простоя бизнес-процесса, разрешенное ЦБ РФ (2 часа).
2. Максимальное время простоя бизнес-процесса, согласно внутренним политикам безопасности банка (ожидается, что это время меньше, чем требует регулятор).
3. Время простоя, при котором участники взаимодействия начинают искать альтернативные пути решения своих задач / получения сетевого эффекта.
4. Время простоя, при котором количество участников взаимодействия падает ниже критической массы, что впоследствии приведёт к полному отказу участников от взаимодействия в рамках этого процесса.

С учетом введенных коэффициентов модель оценки рисков с учётом влияния на сетевые эффекты имеет выражение:

$$Rp = S * P(t) * P(v) * N^I$$

Предложенная модель оценки рисков учитывает оценку воздействия нарушений информационной безопасности в бизнес-процессах, влияющих на сетевой эффект, что позволяет более точно оценивать риски информационной безопасности сетевых предприятий. Процессы, имеющие наибольшую значимость для получения сетевого

эффекта, будут выделяться среди общих процессов, а требования к обеспечению их безопасности будут повышены. Для правильно разработки архитектуры информационной безопасности требуется оценивать риски с учетом применяемого типа бизнес-модели, для которого необходимо разработать комплекс методов защиты информационных ресурсов сетевого предприятия.

### **Разработка комплекса методов защиты информационных ресурсов сетевого предприятия от преднамеренных кибератак и утечек информации**

Традиционную архитектуру информационной безопасности, применяемую в различных организациях, называют моделью с периметром безопасности в честь подхода «Стена замка», используемого в физической безопасности. Этот подход защищает чувствительные объекты, выстраивая линии защиты, через которые злоумышленник должен проникнуть, прежде чем получит доступ к необходимой ему информации. К сожалению, этот подход фундаментально ошибочен в контексте цифровых, а тем более, сетевых предприятий [1] и больше не является достаточным.

Благодаря межсетевому экрану/устройству NAT между внутренней сетью и Интернетом чётко формируются зоны безопасности. Существует внутренняя «безопасная» зона, DMZ (демилитаризованная зона) и ненадежная зона или внешняя зона (также известная, как Интернет). Если в какой-то момент, в будущем, этой организации потребуется соединение с другой, используемое устройство будет размещено на этой границе аналогичным образом. Соседняя организация, скорее всего, станет новой зоной безопасности, с особыми правилами, относительно того, какой трафик может передаваться от одной организации к другой точно так же, как в DMZ[10].

В сетевых предприятиях осуществляется переход от автономных/частных сетей с одним или двумя хостами с доступом в Интернет к сильно взаимосвязанным сетям с устройствами безопасности по периметру. Это не трудно понять: сетевые операторы не могут позволить себе жертвовать идеальной безопасностью своей автономной сети, потому что им приходится взаимодействовать с внешними сетями для достижения различных бизнес-целей.

Сетевые предприятия не имеют периметра безопасности. Взаимодействие между участниками через сети Интернет заложено в саму суть подобных организаций. Отсутствие периметра безопасности предполагает, что каждый отдельный узел в сети, будет иметь свой личный контур безопасности [9]. При выборе архитектуры безопасности в сетевых предприятиях, предлагается использовать модель нулевого доверия [10].

Необходимо уточнить, что такое модель нулевого доверия. Модель нулевого доверия (Zero Trust Model, ZTM, далее МНД) - это стратегический подход к информационной безопасности, который предполагает, что нельзя доверять ни одному пользователю, устройству или элементу сети, даже, если они находятся внутри периметра организации. Эта модель опирается на несколько ключевых положений, которые подкрепляются комплексом методов защиты информационных ресурсов сетевого предприятия от преднамеренных кибератак и утечек информации [7,8]:

1. Недоверие по умолчанию. Главная идея, заключается в том, что никакой пользователь или устройство не считаются автоматически доверенными. Все попытки доступа к ресурсам должны быть строго проверены и аутентифицированы.



2. Отсутствие периметра безопасности. Вместо традиционного подхода, где создаётся общий внутренний и внешний периметр, модель нулевого доверия предлагает использовать микро-периметры вокруг отдельных ресурсов или приложений. Это означает, что доступ к каждому ресурсу или приложению анализируется и оценивается индивидуально. Причём, каждый новый сеанс связи требует прохождения повторной аутентификации и проверки субъекта сети.

3. Постоянный мониторинг событий в сети, выявлений угроз, анализ и реагирование на инциденты. Непрерывный мониторинг и анализ активности пользователей и устройств, являются ключевыми элементами модели. Любая подозрительная активность должна быть обнаружена и расследована.

4. Многофакторная аутентификация. Модель нулевого доверия часто использует многофакторную аутентификацию, чтобы обеспечить дополнительный уровень аутентификации. Пользователи должны предоставить несколько видов подтверждения своей личности, такие, как пароль, биометрические данные или одноразовые коды. Аутентификация проводится повторно для каждой новой сессии связи и взаимодействия устройств в сети предприятия.

5. Принцип наименьших привилегий или запретительная модель доступа. Пользователи и устройства должны иметь доступ только к необходимым ресурсам и данным. Ненужные привилегии следует ограничивать. Пользователи работают под учётными записями, с минимально необходимыми привилегиями.

6. Активное применение криптографических средств защиты. Для защиты данных при передаче и хранении, широко используется шифрование. Криптографические средства защиты используются для организации связи между удалёнными узлами связи. Вся информация передаётся с помощью защищённых сетевых протоколов, а ключи шифрования генерируются для каждой сессии связи отдельно.

Модель нулевого доверия является наиболее выгодным решением при формировании сетевого предприятия, однако, этот подход снижает эффективность работы, когда участники будут объединяться в производственные цепочки. Службы, обеспечивающие функционирование МНД, будут повышать нагрузку сети проверками, аутентификациями и обменом ключами шифрования [9]. Принцип наименьших привилегий может создать условия для менее гибкой работы, удалённые пользователи не смогут выполнять те действия, которые не отвечают их основным должностным обязанностям. С этой точки зрения для сетевого предприятия требуется разработка сервисов обеспечения информационной безопасности, многоагентной платформы поддержки производственных и бизнес-процессов [11].

При формировании производственной цепочки необходимо изолировать контур производства и выстроить модель информационной безопасности с виртуальным контуром, чтобы минимизировать возможное вклинивание нарушителей безопасности в производственный процесс и его нарушение. При формировании производственной цепочки все участники и устройства будут подключаться к сервису, обеспечивающему информационную безопасность платформы, и организовывать подсеть. Пока отдельные устройства, например, станки, выполняют работы в одной из производственных цепочек, это устройство не должно получать других заказов на производство. Устройство, сразу обрабатывающее два и более заказов, в случае реализованной в отношении неё кибератаки или просто при выходе из строя, может прервать работу сразу нескольких цепочек создания продуктов. Подсеть будет

создаваться на основе технологий виртуальной частной сети и будет защищаться криптографическими средствами.

В случае сетевого взаимодействия участников бизнес-процессов многократно возрастает необходимость услуги по тестированию сетевого предприятия на проникновение. Тестирование на проникновение — метод аудита безопасности, в котором аудитор (тестируемый) осуществляет попытку проникнуть в периметр безопасности организации и получить привилегированный доступ к её службам или нарушить их работу. Обычные предприятия проводят подобный аудит один раз в два - три года. Предприятия, относящиеся к критической информационной инфраструктуре, ежегодно или два раза в год. Для сетевого предприятия необходимо ввести постоянный мониторинг, который обеспечит процесс непрерывного сбора информации, что является обязательным в условиях постоянного изменения топологии сетевого предприятия.

### **Заключение**

Предложенная модель оценки угроз и рисков вредоносных воздействий на функционирование сетевого предприятия ориентирована на выделение критически важных бизнес-процессов с позиции возможной потери сетевого эффекта, что может негативно сказаться на всех участниках сетевого предприятия. Выделение критически важных бизнес-процессов сетевого предприятия осуществляется с учетом применяемых типов бизнес-моделей, отражающих особенности сбора, мониторинга и анализа внешних источников информации и построения защиты информационных ресурсов сетевого предприятия от преднамеренных кибератак и утечек информации.

Предложенный комплекс методов защиты информационных ресурсов сетевого предприятия от преднамеренных кибератак и утечек информации для защиты бизнес-процессов, порождающих сетевой эффект, предполагает переход от традиционной модели с периметром безопасности к модели нулевого доверия, отражающий современный подход к информационной безопасности. При этом, наиболее важные производственные цепочки предлагается объединять в виртуальный периметр безопасности, что позволит надёжно защитить критически важные бизнес-процессы, обеспечивающие достижение сетевого эффекта, и минимизировать возможность вклинивания злоумышленников в процессы деятельности сетевого предприятия.

Реализацию предложенных методов защиты информационных ресурсов сетевого предприятия от преднамеренных кибератак и утечек информации необходимо осуществлять в рамках разработки сервисов обеспечения информационной безопасности многоагентной платформы поддержки производственных и бизнес-процессов. На многоагентной платформе необходимо иметь в первую очередь сервис непрерывного мониторинга информационной безопасности, который обеспечит процесс непрерывного сбора информации о состоянии важнейших звеньев производственных цепочек. Информация о мониторинге процессов сетевого предприятия накапливается и систематизируется в системе, основанной на знаниях, позволяющей оценивать риски нарушения бизнес-процессов.

Настройка методов защиты информационных ресурсов сетевого предприятия от преднамеренных кибератак и утечек информации на особенности различных типов бизнес-моделей позволит своевременно выявлять утечки конфиденциальной информации компании и предпринимаемые атаки, собирать сведения для систем безопасности о новых уязвимостях и угрозах для их раннего обнаружения и устранения для последующего машинного обучения сервисов информационной безопасности.

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Козырев, П. А. Концептуальная модель информационной безопасности сетевого предприятия / П. А. Козырев, Д. С. Королева // Инжиниринг предприятий и управление знаниями (ИП&УЗ-2022): Сборник научных трудов XXV Российской научной конференции. В 2-х томах, Москва, 06–07 декабря 2022 года / Под научной редакцией Ю.Ф. Тельнова. Том 1. – Москва: Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, 2022. – С. 172–182. – EDN TRLCCEG.
2. Выбор типа бизнес-модели для реализации стратегии цифровой трансформации сетевого предприятия / Ю. Ф. Тельнов, А. А. Брызгалов, П. А. Козырев, Д. С. Королева // Бизнес-информатика. – 2022. – Т. 16, № 4. – С. 50-67. – DOI 10.17323/2587-814X.2022.4.50.67. – EDN QMVQHT.
3. В. Metcalfe,, "There Oughta Be a Law", **THE NEW YORK TIMES**, July 1996.
4. В. Briscoe,, А. Odlyzko, and В. Tilly,, "Metcalfe's Law Is Wrong", **IEEE SPECTRUM**, July 2006.
5. Metcalfe, Bob (2013). "Metcalfe's law after 40 years of Ethernet". **IEEE Computer**. 46 (12): 26–31.
6. ГОСТ Р 53114-2008 Защита информации. Обеспечение информационной безопасности в организации. Основные термины и определения.
7. Chase Cunningham, "Cyber Warfare: Truth, Tactics, and Strategies," Apress, 2011.
8. John Kindervag, "No More Chewy Centers: Introducing the Forrester Zero Trust Model of Information Security," Forrester Research, Inc., 2010.
9. Scott Rose, Mandeep Khera, "Zero Trust Networks: Building Secure Systems in Untrusted Networks," O'Reilly Media, 2020.
10. Douglas Schweitzer, "Zero Trust Model: The Definitive Guide to Implementing the NIST Cybersecurity Framework," Apress, 2019.
11. Ю.Ф. Тельнов, В.А. Казаков, А.В. Данилов, А.А. Денисов. Требования к программной реализации системы Индустрии 4.0 для создания сетевых предприятий // Программные продукты и системы, 2022. Т. 35. № 4. С. 561–566
12. Методический документ ФСТЭК. Методика оценки угроз безопасности информации. Утвержден ФСТЭК России 5 февраля 2021 г.
13. NIST SP 800-30. Revision 1, Guide for Conducting Risk Assessments.

УДК 004.896

*Комолов А.В.*

*Аспирант кафедры информатики РЭУ имени Г.В. Плеханова, г. Москва, РФ*

## МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ ПО ЗДОРОВЬЮ

В данной статье рассматривается проблема разработки рекомендательной системы в сфере здравоохранения. Производится обзор научной литературы, в котором рассматриваются различные подходы к созданию таких систем с использованием различных методов машинного обучения и нейронных сетей. Статья представляет собой обзор литературы по разработке рекомендательных систем для медицины. В результате проанализированы 16 наиболее релевантных источников по данной тематике как российских, так и зарубежных за последние 5 лет.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** Рекомендательные системы, машинное обучение, нейронные сети, здравоохранение.

В последние годы наблюдается значительный рост интереса к разработке рекомендательных систем, основанных на обработке медицинских данных с использованием интеллектуальных методов. Этот тренд обусловлен несколькими

факторами, включая увеличение объема доступных данных, развитие технологий их обработки и рост потребности в персонализированных медицинских услугах. Такие рекомендательные системы, которые предоставляют пользователю персонализированную медицинскую информацию на основании специализированного профиля получили название рекомендательных систем по здоровью (HRS). Они помогают пользователям предотвращать заболевания и, как следствие, сохраняют здоровье. Как правило, такие системы рекомендуют рацион питания, физическую активность, проведение медицинских обследований и др.

Обычно выделяют три класса сценариев, используемых в рекомендательных системах (в том числе по здоровью):

- коллаборативная (совместная) фильтрация – поиск похожих пользователей с такими же оцененными пунктами;
- контентная фильтрация – поиск похожих пунктов, а не похожих пользователей;
- фильтрация на основе знаний.

Последний класс сценариев может создавать рекомендации, учитывающие особенности, ограничения, состояния здоровья и предпочтения конкретного пациента. Это реализуется с применением правил логических выводов, методов машинного обучения, математических моделей и явных знаний [10].

Одним из основных подходов к разработке таких систем является использование машинного обучения (ML) и глубокого обучения (DL). Они позволяют системам автоматически извлекать информацию из больших объемов данных и строить модели, которые могут предсказывать предпочтения пользователей.

Одной из областей применения ML и DL для разработки рекомендательных систем является персонализированная медицина. Это такой подход, который учитывает индивидуальные особенности каждого пациента. Рекомендательные системы могут помочь врачам персонализировать лечение, предлагая пациентам наиболее подходящие лекарства и/или методы лечения.

Еще одной областью, где рекомендательные системы могут быть полезны, является медицинская диагностика. Такие системы помогают врачам определить наиболее вероятные диагнозы и прогнозировать риск развития заболеваний в будущем на основе данных о пациентах.

Целью данной статьи является обзор методов машинного обучения в рекомендательных системах по здоровью.

В рамках исследования была проанализирована научная деятельность по данной теме за последние 5 лет. Поиск публикаций был осуществлен среди научных ресурсов как российских (Elibrary), так и зарубежных (Google colaboratory, Elsever, ScienceDirect, Springer, IEEE Transaction, JMIR Publication, NLM) в сети интернет. В результате было отобрано 16 научных публикаций, которые наиболее близко подходят под предмет исследования.

Обзор литературы по этой теме показывает, что существует множество подходов к разработке рекомендательных систем для медицины. Некоторые из них основаны на использовании традиционных методов машинного обучения, например, в статье [1] используется алгоритм логистической регрессии для классификации медицинских изображений и определения типа опухоли с точностью 92% и полнотой 88%. В статье [6] на основании алгоритмов случайного леса, градиентного бустинга, метода опорных векторов происходит классификации текстовых медицинских данных, которые представлены в форме естественного языка.

Также были найдены исследования, в которых применяются более сложные алгоритмы, такие как нейронные сети или методы глубокого обучения. Например, в статье [2] используется сверточная нейронная сеть для распознавания на медицинском снимке аневризма сосудов головного мозга, а в статье [4] с применением этой же технологии решается задача классификации изображений глазного дна для выявления заболеваний – катаракта, глаукома, диабетическая ретинопатия. В связи с ростом числа заболеваний часто встречаются исследования направленные на выявление наличия сахарного диабета у пациентов. Так, в статье [3] авторы формируют базу знаний, которая способна по определенным параметрам выявить наличие данного заболевания. Для этого была обучена нейронная сеть (с точностью 86%), которую сравнили с алгоритмами деревьев принятия решений (точность 89%), линейной (точность 88.7%) и логистической регрессией (точность 80%). А в статье [5] для классификации данных использовался метод опорных векторов с долей верных предсказаний более 88%.

Что касается построения именно медицинских рекомендательных систем, то в исследовании [7] представлена такая система с использованием метода глубокого обучения и сверточной нейронной сети и показано, что такая интеграция обеспечивает более высокое качество рекомендаций. А в статье [8] авторами представлена вариационная модель глубокого обучения, которая содержит два компонента: глубокую генеративную модель для извлечения признаков и модель для прогнозирования рейтинга. Эксперименты показали, что разрабатываемый метод значительно превосходит современные гибридные методы совместной фильтрации. Отдельно стоит выделить систему рекомендаций по специальным физическим упражнениям в статье [9], которая основана на глубокой рекуррентной нейронной сети. Результат топ 5 рекомендаций показал точность более 90%.

Обзор литературы по рекомендательным системам для медицины обнаружил, что эта область активно развивается и предлагает множество подходов к решению задач. Одним из ключевых аспектов разработки рекомендательных систем является выбор подходящих методов обработки. Кроме того, важно учитывать особенности медицинских данных, такие как конфиденциальность и этические аспекты. Таким образом, разработка рекомендательной системы для медицины является сложной задачей, требующей учета множества факторов. Однако результаты исследований в этой области могут иметь огромное значение для улучшения качества медицинских услуг и повышения уровня здоровья населения. В целом, разработка рекомендательных систем – это быстро развивающаяся область. Использование ML и DL позволяет создавать системы, которые могут анализировать большие объемы данных и предоставлять врачам полезную информацию для принятия решений. Применение вышеописанных методов интеллектуального анализа в рекомендательных системах по здоровью на основе данного обзора доказывает перспективу и эффективность с точки зрения показателя точности, который может составлять более 90%.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Применение интеллектуального анализа данных в медицине / И. В. Ананченко, А. Ю. Рогов, М. М. Караджаев, И. В. Капралов // Студент и НАУКА: АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВРЕМЕННЫХ исследований : сборник статей II Международной научно-практической конференции, Пенза, 25 июля 2023 года. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2023. – С. 56-59.
2. Кружалов, А. С. Методика обучения свёрточной нейронной сети по фрагментам медицинских изображений в задаче распознавания церебральных аневризм / А. С. Кружалов

// Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2023. – Т. 11, № 2(41). – С. 3-4. – DOI 10.26102/2310-6018/2023.41.2.017.

3. Катасева, Д. В. Формирование баз знаний интеллектуальных систем на примере нейронечеткого анализа медицинских данных / Д. В. Катасева, А. О. Барина // Вестник Технологического университета. – 2022. – Т. 25, № 2. – С. 67-70. – DOI 10.55421/1998-7072\_2022\_25\_2\_67.

4. Духова, М. А. Проектирование и разработка системы распознавания дефектов сетчатки глаза на основе нейронной сети / М. А. Духова, В. А. Усачев // DSPA: Вопросы применения цифровой обработки сигналов. – 2021. – Т. 11, № 1. – С. 39-46.

5. Методы интеллектуального анализа данных в диагностике диабетической полинейропатии у детей и подростков / О. С. Кротова, И. В. Москалев, О. М. Назаркина, Л. А. Хворова // Высокопроизводительные вычислительные системы и технологии. – 2020. – Т. 4, № 1. – С. 132-136.

6. Реализация эффективных моделей классификации медицинских данных методами интеллектуального анализа текстовой информации / О. С. Кротова, И. В. Москалев, Л. А. Хворова, О. М. Назаркина // Известия Алтайского государственного университета. – 2020. – № 1(111). – С. 99-104. – DOI 10.14258/izvasu(2020)1-16.

7. Sahoo, A.K.; Pradhan, C.; Barik, R.K.; Dubey, H. DeepReco: Deep Learning Based Health Recommender System Using Collaborative Filtering. *Computation* 2019, 7, 25. <https://doi.org/10.3390/computation7020025>.

8. X. Deng and F. Huangfu, "Collaborative Variational Deep Learning for Healthcare Recommendation," in *IEEE Access*, vol. 7, pp. 55679-55688, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2913468.

9. Mahyari A, Pirolli P, LeBlanc JA. Real-Time Learning from an Expert in Deep Recommendation Systems with Application to mHealth for Physical Exercises. *IEEE J Biomed Health Inform.* 2022 Aug;26(8):4281-4290. doi: 10.1109/JBHI.2022.3167314. Epub 2022 Aug 11. PMID: 35417361; PMCID: PMC9435440.

10. Афанасьева, Т. В. Создание цифровых пациент-ориентированных рекомендаций на основе многоуровневой грануляции / Т. В. Афанасьева, П. В. Платов // Двадцатая Национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием, КИИ-2022 : Труды конференции. В 2-х томах, Москва, 21–23 декабря 2022 года. Том 2. – Москва: Национальный исследовательский университет "МЭИ", 2022. – С. 251-264.

**УДК 004**

*Королева Д.С., Денисов А.А.*

*1. ассистент, кафедра ПИИИБ РЭУ им. Г.В. Плеханова, г. Москва*

*2. старший преподаватель, кафедра ПИИИБ РЭУ им. Г.В. Плеханова, г. Москва*

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДА СБОРА, АНАЛИЗА И МОНИТОРИНГА ИНФОРМАЦИИ С ЦЕЛЬЮ ВЫБОРА БЛАГОНАДЕЖНЫХ УЧАСТНИКОВ СЕТЕВОГО ПРЕДПРИЯТИЯ В РАМКАХ КОНТУРА КОНКУРЕНТНОЙ РАЗВЕДКИ<sup>4</sup>**

Сетевые предприятия предъявляют повышенные требования к оценке рисков участия в совместной деятельности неблагонадежных партнеров по бизнесу. В силу динамической

---

<sup>4</sup> Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-11-00282

природы сетевых предприятий, создаваемых под отдельные проекты экономической деятельности, традиционные механизмы оценки состоятельности и надежности организаций-участников не обеспечивают оперативность и необходимую точность формируемых решений по включению предприятий в совместно исполняемые производственные цепочки. Для решения данной проблемы требуется разработка метода автоматизированного сбора, анализа и мониторинга информации в рамках контура конкурентной разведки, что определяет актуальность темы исследования на основе применения современных интеллектуальных технологий.

В работе рассматриваются вопросы организации системы, основанной на знаниях, обеспечивающей накопление и использование информации о предприятиях-партнерах бизнес-экосистемы, получаемой в контуре конкурентной разведки для выбора благонадежных участников сетевого предприятия. С этой целью анализируются основные факторы благонадежности контрагентов, типы доступных источников информации открытого доступа, размещаемых в Интернет-среде, и методы их мониторинга, связанные с выявлением рисков, на основе применения интеллектуальных технологий.

Новизна предлагаемого метода сбора, анализа и мониторинга информации о поведении предприятий на рынке, отображаемой в Интернет-среде, заключается в определении рейтинга возможных участников цепочки добавленной стоимости в контуре конкурентной разведки с использованием системы, основанной на знаниях, организации интегрированной базы знаний в соответствии с онтологической моделью предметной области, что повышает оперативность и точность решения о выборе партнеров по бизнесу сетевого предприятия.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** Сетевое предприятие, благонадежность партнеров по бизнесу, факторы благонадежности, контур конкурентной разведки, система, основанная на знаниях, методы сбора, анализа и мониторинга информации.

## Введение

Операции по сбору, анализу и мониторингу информации о благонадежных партнерах для любого предприятия являются неотъемлемой частью процессов управления и поддержания стабильных бизнес-отношений. Классическими процедурами, которые могут использоваться для этой цели, считаются следующие:

- Регистрация и анкетирование. При регистрации новых участников бизнеса собираются базовые контактные данные и информация о компании.
- Финансовый анализ. Анализ финансовой устойчивости претендентов на сотрудничество представляет оценку финансовых отчетов, кредитных отчетов и платежеспособности.
- Мониторинг обязательств и сроков. Осведомленность о сроках договоров и степень выполнения обязательств контрагентами создает понимание их надежности.
- Правовой анализ. Проведение юридической проверки помогает убедиться, что возможные участники бизнес-взаимодействия соблюдают законы и имеют необходимые лицензии и разрешения.
- Проверка репутации и истории. Исследование прошлых сделок и репутации компаний включает в себя поиск информации о предыдущих бизнес-отношениях, рекомендациях и отзывах.
- Сетевые рейтинги и ресурсы. Обращение к рейтинговым агентствам, базам данных о компаниях и оценочным ресурсам позволяет получить информацию о надежности новых партнеров.

Все перечисленные методы составляют мониторинг рыночной среды, или мониторинг информационного пространства исследуемого предприятия, то есть процесс систематического наблюдения и анализа информации об организации, которая публикуется и распространяется в различных открытых источниках, от официальных государственных реестров, новостных сайтов до социальных сетей, форумов и блогов.

В качестве технических систем и программного обеспечения для мониторинга и анализа данных о бизнес-партнерах, как текущих, так и отбираемых к сотрудничеству, используются такие информационно-аналитические системы как «Семантический архив» (продукт компании «Аналитические бизнес-решения»); уникальные разработки консалтинговых компаний «Р-Техно», «Интерфакс/СПАРК», «Интегрум»; «Контур-Фокус», «Галактика-Zoom», ИАПК «Дипломат», «Палантир», «Watson», Automated Surveillance System (автоматическая система слежения); а также специализированные базы данных (Lexis-Nexis, Factiva, Dialog, Dan&Breadstreet) [5], такие сервисы, как «СберАналитика», другие коммерческие API, и инструменты OSINT – Open Source Intelligence, разведка на открытых источниках в глобальной сети Интернет.

Мониторинг информации о благонадежных участниках сетевого предприятия – это непрерывный процесс, который позволяет минимизировать риски и обеспечить устойчивое функционирование бизнеса. Важно использовать все возможные методы и ресурсы для достижения этой цели. В настоящее время в организациях данная работа осуществляется неформализованно, порой даже интуитивно, и зависит от мнения и опыта экспертов, а также осведомленности руководства о необходимости и частоте проведения проверок.

Например, в налоговой практике существует понятие «должной осмотрительности» при выборе контрагента, подразумевающее использование налогоплательщиком всех доступных ему возможностей и инструментов для проверки информации о возможном бизнес-партнере на предмет его благонадежности, но не описывающее какой-либо конкретный алгоритм проверки. Или, в закупочной деятельности, на основании Федерального закона от 18 июля 2011 г. N 223-ФЗ «О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц» проводится предварительный квалификационный отбор, т.н. формирование реестра благонадежных, подходящих под запрос заказчика, контрагентов, но закон не устанавливает требований по осуществлению этой процедуры, каждая госкомпания самостоятельно определяет необходимость и порядок проведения предквалификации.

В данной статье будет предложен метод автоматизированного отбора благонадежных участников сетевого предприятия с помощью системы, основанной на знаниях, представленной в [12], включающий:

- определение набора факторов (показателей) благонадежности, для которых выбираются информационные источники;
- формализованный метод сбора информации, накопления этой информации в базе данных с помощью онтологии;
- метод анализа факторов благонадежности, в результате проведения которого потенциальному бизнес-партнеру присваивается определенный уровень



доверия (рейтинг), формирование лингвистических переменных для оценки факторов;

- метод мониторинга информации об участниках, состоящий из регулярных перепроверок (повтора процедуры сбора информации), актуализирующих как собственные данные бизнес-партнера, так и историю совместной деятельности в исполняемых производственных цепочках сетевого предприятия.

### **Особенности организации сетевого предприятия и его защиты**

Сетевое предприятие как объект защиты требует пересмотра классической модели информационной безопасности, в первую очередь в связи с тем, что его контур безопасности становится более размытым или, вернее будет сказать, динамично изменяющимся в соответствии с изменениями в составе участников, так как каждая организация, участвующая в совместной деятельности по созданию ценности, является отдельным объектом защиты [6]. Контур безопасности любого предприятия – это комплекс мер и средств, предназначенных для обеспечения безопасности информационных ресурсов, сетей и систем организации. Он включает в себя различные инструменты и методы защиты, минимизирующие риски от угроз информационной безопасности. Состав контура безопасности сетевого предприятия подробно описан в концептуальной модели системы информационной безопасности, представленной в работе [7]. Защита обеспечивается в соответствии с уникальными потребностями и угрозами для каждого участника бизнес-модели в целях сохранения экономического потенциала сетевого предприятия, сводящегося к сохранению должного уровня сетевых эффектов [10, 11], получаемых в результате функционирования данного объединения.

Разработка методов сбора, мониторинга и анализа внешних источников информации с использованием интеллектуальных технологий направлена на раннее обнаружение угроз и уязвимостей на основе конкурентной разведки, позволяющих сформировать систему обеспечения экономической и информационной безопасности, основанной на оценке благонадежности предполагаемых участников сетевых предприятий.

### **Факторы благонадежности возможных участников сетевого предприятия**

Помимо обеспечения информационной безопасности сетевого предприятия необходимо предусмотреть иные виды рисков, возникающих при осуществлении совместной деятельности партнеров по бизнесу, для чего следует проводить проверку контрагента перед началом сотрудничества [2, 3, 4, 5, 6, 7]. Состоятельные и надежные участники сетевого предприятия создают доверительные отношения, обеспечивают успешное взаимодействие, повышение уровня сетевого эффекта и способствуют достижению общих целей и результатов в проектной деятельности, поэтому стоит критически отнестись к процессу отбора новых организаций-партнеров, удовлетворяющих требованиям развиваемой цифровой модели продукта. Для принятия решения о благонадежности возможного партнера по бизнесу предлагается оценивать совокупность факторов, определяемых показателями деятельности компании, формирующих уровень доверия к претенденту на сотрудничество.

Термин «доверие» рассматривается в работах [1, 8, 9, 15] как с точки зрения общественных наук, в сфере социологии и психологии, на уровне государственного

управления, так и в применении к стратегии развития предприятий в условиях партнерских отношений и определяется как некая форма капитала, обладающая возможностью утрачиваться или накапливаться и формирующая представление о благонадежности участника бизнес-взаимодействия. Проводились исследования математической связи между доверием и экономическим успехом [1], но несмотря на большой интерес представителей научного сообщества и бизнес-среды к вопросам доверия, до сих пор актуальной остается проблема его количественной оценки. В [9] отмечается, что «доверие, будучи единым и целостным понятием на уровне обобщенного анализа, приобретает структуру, опосредованную характеристиками того элемента информационно-сетевой экономики, в рамках которого оно рассматривается». Для решения задачи присвоения контрагенту определенного уровня доверия при сборе информации о нем используется метод многокритериальной оценки факторов благонадежности, анализируются показатели деятельности потенциального участника сетевого предприятия, подробно описанные в статьях [2, 6, 10] и представленные в таблице 1.

Таблица 1. Факторы благонадежности

№ п/п	Фактор, влияющий на благонадежность контрагента (БК)	Описание фактора (показатели деятельности контрагента)
1.	Финансовое положение (ФП)	Анализ текущих финансовых показателей, анализ прибыли и ее источников, учет задолженностей и долговых обязательств, оценка кредитоспособности и способности выполнять финансовые обязательства, оценка экономической безопасности
2.	Деловая репутация (ДР)	Оценка истории бизнеса, анализ прошлых сделок, оценка профессионализма, анализ опыта ведения бизнеса, проверка репутации контрагента среди партнеров и поставщиков, оценка уровня удовлетворенности клиентов и сотрудников, оценка способности к своевременной поставке, оценка степени соблюдения обязательств, оценка качества продукции и услуг, предоставляемых контрагентом, а также его способности выполнить обязательства по контракту. Оценка качества коммуникации и готовности контрагента к открытому диалогу и разрешению конфликтов, оценка способности устанавливать долгосрочные отношения и поддерживать их
3.	Юридический статус (ЮС)	Степень доступности информации о деятельности организации, ее политиках и процессах, Проверка соответствия контрагента требованиям законодательства и регулирования в отрасли, проверка наличия судебных и налоговых проблем, оценка структуры управления, включая руководство и процессы управления, проверка наличия необходимых лицензий
4.	Успешность бизнеса (УБ)	Оценка потенциала контрагента для развития бизнеса и его конкурентоспособности на рынке, оценка популярности бренда компании, анализ намерений предприятия
5.	Цифровая зрелость (ЦЗ)	Оценка уровня технологического развития и инновационности контрагента, уровня автоматизации бизнес-процессов, уровня защищенности организации

		(информационной безопасности), уровня владения цифровыми технологиями цифровизации, оценка способности подключения к сервисам цифровой платформы
б.	Соответствие целей (СЦ)	Анализ специфики бизнеса и компетенций контрагента, оценка соответствия потребностям и стратегии сетевого предприятия, анализ соответствия типа бизнес-модели, прогнозный анализ эффективности взаимодействия в рамках цепочки создания ценности, оценка способности получения сетевых эффектов

Сбор информации проводится методами конкурентной разведки с помощью предварительного анкетирования контрагента при подаче заявки на участие и далее с помощью программных методов сбора данных – технологий и инструментов, которые позволяют автоматизировано и систематически получать информацию о юридических и физических лицах, с которыми взаимодействует предприятие. Эти методы заключаются в использовании программ и алгоритмов для извлечения, обработки и анализа данных из различных источников, таких как публичные веб-сайты, базы данных, другие открытые источники, социальные сети, и могут включать в себя использование технологии web-scraping (извлечение данных со страниц веб-ресурсов), API доступа к открытым источникам, средства аналитики данных и многие другие технологии для получения и обработки информации об организациях. Приведем примеры некоторых инструментов:

- Google Maps и Google Places API, Yelp Fusion API предоставляют информацию о компаниях, их расположении, контактах и отзывах (рейтингах);
- BeautifulSoup (Python) или Scrapy, Import.io, Data Miner – Web-Scraping инструменты, созданные для сбора данных с веб-сайтов организаций;
- Salesforce, HubSpot и другие CRM-системы управления контактами, позволяющие собирать и хранить информацию о клиентах и партнерах компании;
- Crunchbase, PitchBook и другие сервисы аналитики и исследований;
- Веб-парсеры (например, IDE BrightData) и краулер-боты, программные роботы, которые сканируют Интернет, извлекают информацию и создают базы данных для последующей обработки. Большинство краулеров работают под управлением поисковых систем, таких как Google, Bing, Baidu и DuckDuckGo.

Информацию о возможных бизнес-партнерах, позволяющую определить их конкурентные преимущества и недостатки, можно получить из различных источников, неисчерпывающий список которых представлен в таблице 2.

Таблица 2. Источники информации

№ п/п	Источник информации	Описание
1.	Государственные реестры	Официальные реестры предприятий и организаций, содержащие учредительные документы, лицензии, сертификаты, информацию о юридическом статусе, истории, финансовых показателях и контактных данных контрагентов, прежде всего Единый

		государственный реестр юридических лиц, или ФГИС «Единый реестр проверок»
2.	Кредитные бюро	Кредитные отчеты и оценки о финансовой надежности контрагентов, такие как Государственный информационный ресурс бухгалтерской (финансовой) отчетности на сайте ФНС, Сайт ГИР БО (Бухгалтерский баланс) для ООО, ЗАО, ПАО
3.	Базы данных исполнительный производств	Информация о юридических спорах и судебных решениях может быть полезной для оценки рисков
4.	Бизнес-рейтинговые агентства	Сайты, предоставляющие агрегированные рейтинги и аналитическую информацию о фирмах
5.	Поисковые системы в браузерах Интернет	Свободный поиск в интернете может дать представление о деятельности и репутации контрагента
6.	Отзывы и рекомендации	Социальные сети или сервисы по поиску работы могут предоставить информацию об отзывах других компаний, сотрудничающих с искомым контрагентом, поставщиков, конкурентов, а также клиентов, текущих или бывших сотрудников контрагента
7.	Профессиональные сети	Профили на бизнес-сетях, таких как LinkedIn, могут предоставить информацию о ключевых лицах и их профессиональном опыте

Последующий анализ полученной информации предлагается проводить по следующему алгоритму:

1. Качество информации о деятельности контрагента, собранной из открытых источников, оценивают экспертными методами по схеме Кента [5, с. 48], ранжируя по актуальности данных и надежности источника, как показано в таблице 3.

Таблица 3. Ранжирование показателей деятельности организации

РАНГ	Совершенно надежный	Довольно надежный	Не надежный	Надежность не может быть определена
Актуально (обновление менее, чем за $T^5$ от проводимого исследования, или упреждающая информация)	6	5	4	3
Актуально в рамках отчетного периода	5	4	3	2
Давно не обновлялось	4	3	2	1
Не актуально	3	2	1	1

<sup>5</sup> T – допустимый период времени, определяемый экспертом

2. Выявляют несоответствия анкетных данных, заявленных претендентом на сотрудничество, и данных, собранных системой;
3. Проводят оценку показателей деятельности компании на соответствие требований к участникам цепочки производственного или бизнес-процесса сетевого предприятия и возможностей их выполнения;
4. Проводят суммирующую оценку факторов благонадежности контрагента на основании пунктов 1-3, по продукционному правилу оценки конъюнкции факторов, обозначаемых через нечеткие переменные со значениями «удовлетворительно» или «не удовлетворительно». Более подробно использование математического аппарата нечеткой логики описано в [10];
5. Формируется уровень доверия (рейтинг) к возможному участнику бизнес-экосистемы. Построение рейтинга претендентов позволит определить те из них, которые являются наиболее подходящими с точки зрения производства инновационного продукта [13].

Для принятия решения о состоятельности контрагента, определения уровня доверия возможного участника и добавления его в цепочку создания ценности сетевого предприятия возникает необходимость применения систем, основанных на знаниях (экспертных систем), обусловленная качественным характером факторов оценки благонадежности организации, вызывающим потребность в формализации процесса анализа благонадежности возможных бизнес-партнеров сетевого предприятия на основе базы знаний нечетких правил и применения механизма логического вывода заключений, описанных в работе [10]. Дерево факторов оценки благонадежности представлено на рисунке 1. Общая структура конфигурации сетевого предприятия определяется его онтологией [13], в понятия которой предлагается добавить сущность ПОТЕНЦИАЛЬНЫЙ УЧАСТНИК, включающую конструктивные характеристики показателей деятельности, получаемые в процессе проверки контрагентов, а также отдельную базу знаний его предложений. Поиск подходящих партнеров для дальнейшего взаимодействия в рамках производственных и бизнес-процессов может быть обеспечен посредством каталога сервисов, который предоставляет семантические описания сервисов и соответствующих i4.0-компонентов с использованием общего языка и онтологий [14].

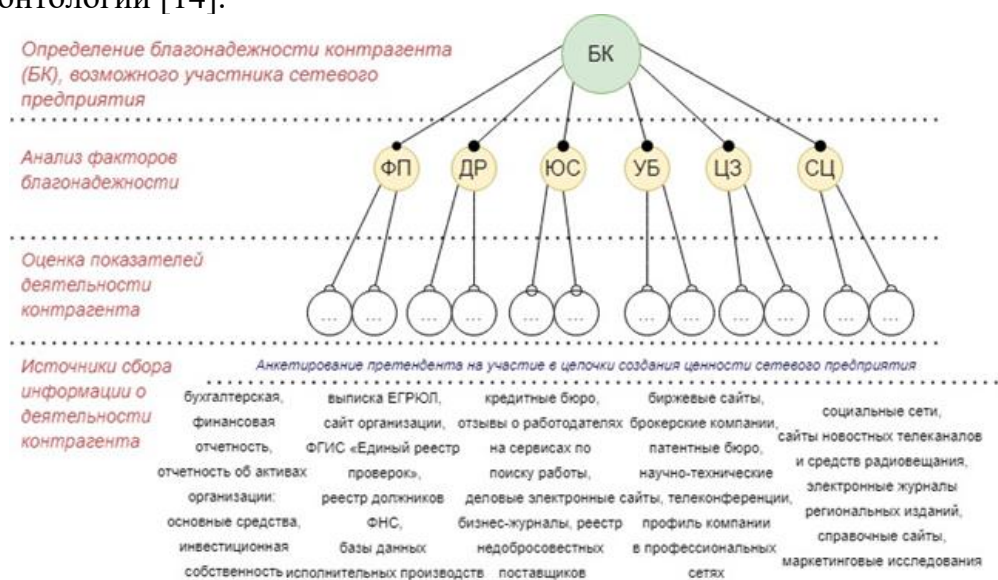


Рисунок 1 – Дерево факторов оценки благонадежности возможного участника сетевого предприятия

Методы онтологического моделирования сетевого предприятия, направленные на реализацию семантической интероперабельности взаимодействия участников сетевого предприятия, обеспечивают быстрый доступ к базе знаний агента, осуществляющего проверку возможного бизнес-партнера.

### **Расширение функционала системы, основанной на знаниях, сетевого предприятия с помощью использования методов конкурентной разведки**

Помимо обработки данных о возможных участниках цепочки создания стоимости, включающей в себя анализ показателей деятельности контрагентов, их стратегиях и рыночных тенденциях, в функционал системы, основанной на знаниях, архитектура которой разработана в [12], расширенной функциями управления знаниями (сбор и накопление, систематизация с использованием онтологии и распространение по заинтересованным лицам), предлагается добавить осуществление процесса отбора и последующего мониторинга предприятий-партнеров бизнес-экосистемы на основании присваиваемого каждому претенденту уровня доверия, тем самым обеспечив оперативность и необходимую точность формируемых решений по включению предприятий в совместно исполняемые производственные цепочки сетевого предприятия. Алгоритм выполнения данного процесса представлен на рисунке 2.

В качестве первого этапа при приеме заявки от организации предлагается проводить предварительное анкетирование возможных участников. Далее системой проводится сбор данных из открытых источников и подтверждение созданных анкет; организация базы знаний, обеспечивающей хранение и доступ к информации для последующего проведения анализа факторов благонадежности претендента на сотрудничество. Организации присваивается рейтинг, характеризующий уровень доверия к ней, и на основании значения рейтинга предприятие добавляется или не добавляется в производственную цепочку, причем при отрицательном решении претенденту предлагается доработать показатели своей деятельности для приведения их в соответствие требованиям сетевого предприятия (например, повысить уровень защищенности внутренних систем или завершить судебное разбирательство).

После принятия решения о выборе организации для включения в цепочку создания ценности сетевого предприятия должен проводиться регулярный мониторинг деятельности с точки зрения отражения возможных изменений внутренних показателей участника бизнес-экосистемы и их использования в последующем анализе.

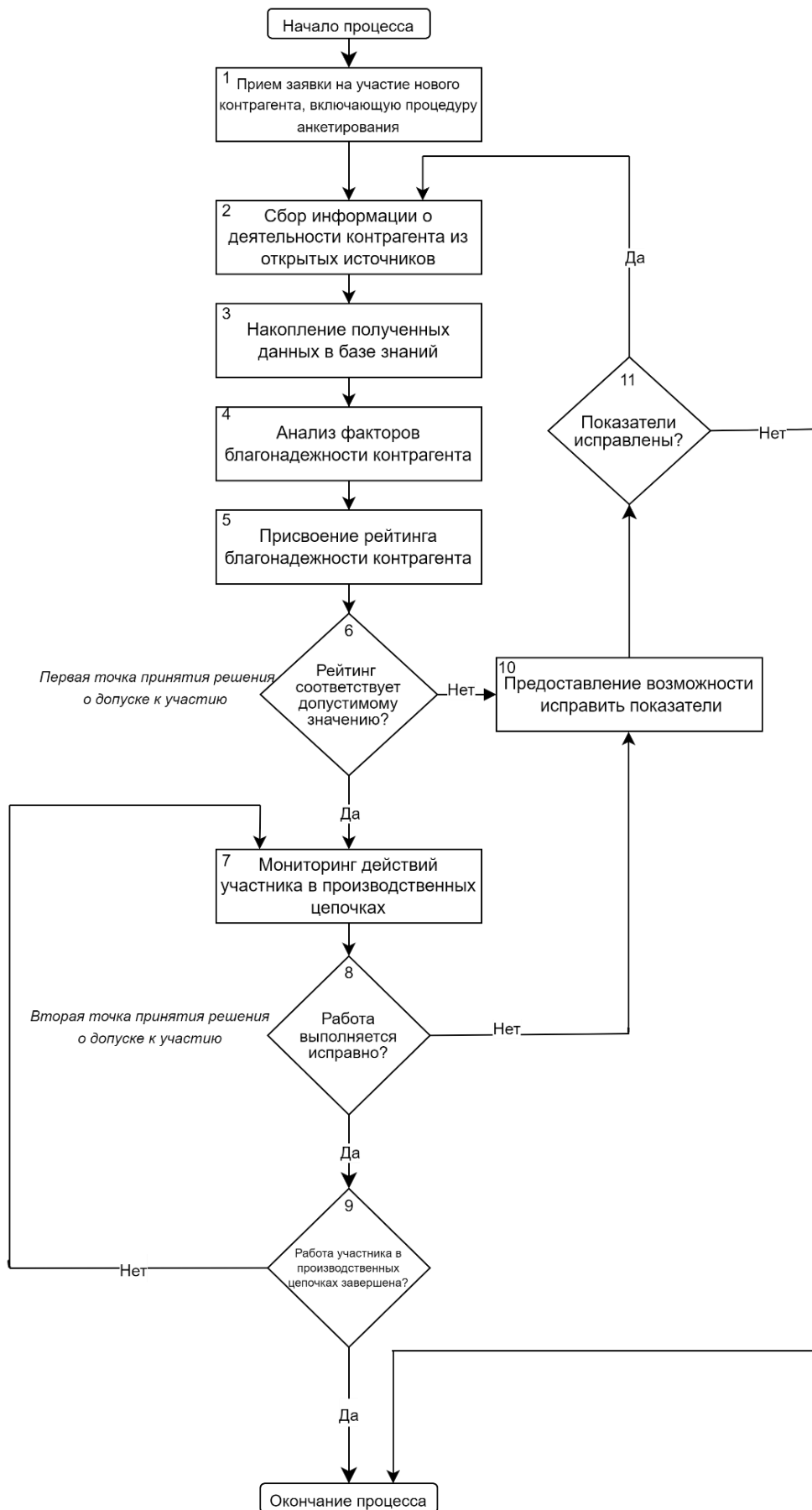


Рисунок 2 – Алгоритм выполнения процесса отбора благонадежного участника сетевого предприятия

## Заключение

Для обеспечения сбора, анализа и мониторинга информации о возможных участниках сетевого предприятия предлагается использовать комплекс методов конкурентной разведки, осуществляемых системой, основанной на знаниях, являющейся частью бизнес-экосистемы сетевого предприятия. Данная система формализует алгоритмы выбора партнеров по бизнесу и согласование условий взаимодействия на основе методов семантического поиска и нечеткой оценки соответствия требований и возможностей их исполнения, на основе принципов и подходов индустрии 4.0, позволяющих осуществить повышение производительности труда на промышленных предприятиях за счет внедрения современных цифровых бизнес-платформ и бизнес-сервисов.

Автоматизация процесса формирования состава благонадежных участников сетевого предприятия с использованием системы, основанной на знаниях, может стать одним из средств повышения эффективности цифровой трансформации предприятий на основе современных интеллектуальных технологий.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-11-00282.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Аюпова С.Г., Бенц Д.С., Козлова Е.В. Влияние "доверия" и "недоверия" на эффективность взаимодействия субъектов хозяйствования // Вестник ЧелГУ. 2018. №12 (422)
2. Брызгалов А.А. Когнитивное моделирование рисков в управлении цепочками поставок // Глобальная неопределенность. Развитие или деградация мировой экономики? Сборник статей XI Международной научной конференции «Абалкинские чтения». РЭУ им. Г.В. Плеханова. 2022. Т. 1. С. 123-129
3. ГОСТ Р ИСО/МЭК 27005-2010 Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Менеджмент риска информационной безопасности
4. Зорина О. О. Методика оценки сетевого взаимодействия фирм // Вестник ЧелГУ. 2017. №14 (410)
5. Баяндин, Н. И. Креопалов В.В. Методы и инструменты конкурентной разведки : учебное пособие / Н. И. Баяндин, В. В. Креопалов. – Москва : ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г. В. Плеханова», 2022
6. Козырев П.А., Брызгалов А.А., Королева Д.С. Требования к информационной безопасности сетевых предприятий, обеспечивающие формирование цифровой экосистемы // Информационные технологии и математические методы в экономике и управлении. Сборник статей. 2023. С. 295-301.
7. Козырев П.А., Королева Д.С. Концептуальная модель информационной безопасности сетевого предприятия // Инжиниринг предприятий и управление знаниями (ИП&УЗ-2022): сборник научных трудов XXV Российской научной конференции. 6–7 декабря 2022 г.: в 2 т. / Т.1, С. 172 -182
8. Лебедева П.А. Доверие как фактор, определяющий принятие решения в рискованной ситуации // Психология в экономике и управлении. 2017. №2.
9. Русановский В.А., Чумаченко Н.Э. Доверие в структурах информационно-сетевой экономики // Информационная безопасность регионов. 2015. №2 (19).
10. Тельнов Ю.Ф., Брызгалов А.А., Козырев П.А., Королева Д.С. Выбор типа бизнес-модели для реализации стратегии цифровой трансформации сетевого предприятия // Бизнес-информатика. 2022. Т. 16 № 4 С. 50–67
11. Тельнов Ю.Ф., Брызгалов А.А., Королева Д.С. Организация производственных и бизнес-процессов в цепочках создания стоимости на основе прикладных сценариев цифровизации предприятий // Открытое образование. 2023. Т. 27 № 3 С. 43-54



12. Тельнов Ю.Ф., Казаков В.А., Трёмбач В.М. Разработка системы, основанной на знаниях, для проектирования инновационных процессов создания продукции сетевых предприятий // Бизнес-информатика. 2020 Т. 14 № 3 С. 35–53
13. Тельнов Ю.Ф., Трёмбач В.М., Данилов А.В., Ярошенко Е.В., Казаков В.А., Козлова О.А. Построение структуры сетевого предприятия для создания инновационных продуктов // Проблемы информатизации экономики и управления. Открытое образование. 2019. Т. 23 № 6 с. 59-73
14. Тельнов Ю.Ф., Казаков В.А., Корнеев Д.Г. Методы построения сетевого предприятия с использованием многоагентных технологий и онтологического подхода // Инжиниринг предприятий и управление знаниями (ИП&УЗ-2022): сборник научных трудов XXV Российской научной конференции. 6–7 декабря 2022 г.: в 2 т. / Т.1, С. 280-290
15. Финк О.О., Плетнев Д.А. Доверие как фактор развития сетевых отношений российских фирм // Вестник ЧелГУ. 2019. №7 (429)

УДК 004

*Креопалов В. В.*

*к.т.н, доцент каф. Прикладных информационных технологий и информационной безопасности РЭУ им. Г.В.Плеханова  
Эл. почта: Kreopalov.vv@rea.ru*

## **OSINT В ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

В данной статье исследуется технология поиска, аккумуляции и анализа данных, собранных из доступных источников в интернете (OSINT) с целью обеспечения информационной безопасности компании. Создавая в компании систему защиты информационных ресурсов, основной упор делается на сложносоставные комплексные системы, которые предлагают надежную защиту конфиденциальной информации, безопасный обмен данными, минимизацию рисков взлома инфраструктуры, то есть во главу угла ставятся технологии противодействия новейшим эксплойтам, хакерским инструментам кражи информации, уничтожения и модификации защищаемых данных. Современные способы обеспечения кибербезопасности предполагают так же и использование новейших методов противодействия атакам злоумышленников, основанных на мониторинге открытых доступных и труднодоступных источников информации на предмет поиска любой информации, которая может представлять опасность для организации, чтобы снизить риск использования её в противозаконных целях. Даже в государственных компаниях, использующих максимальный технический и программный уровни защиты нельзя исключать возможность, что какой-то засекреченный документ может случайно оказаться в открытом доступе. Первым шагом каждой атаки является сбор и оценка информации из открытых общедоступных источников. По мимо возможности наткнуться на конфиденциальные данные, по ошибке размещённых в открытом доступе, можно не спугнув жертву собрать начальную информацию для дальнейших действий по подготовке и совершения атаки на информационные активы компании. Таким образом информация, находящаяся в открытых источниках, может стать плацдармом для проведения атаки на корпоративную инфраструктуру.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** кибербезопасность, конфиденциальная информация, разведка, глубокий интернет, социальная инженерия, информационная безопасность, пентест, форензика, реверсивная инженерия, стратегическая разведка.

Специалисты в области информационной безопасности создавая систему защиты информационных ресурсов на предприятии основной упор делают на сложносоставные комплексные системы, которые предлагают надежную защиту конфиденциальной информации, безопасный обмен данными, минимизацию

рисков взлома инфраструктуры, то есть заикливается на технологиях противодействия новейшим эксплойтам, хакерским инструментам кражи, уничтожения и модификации защищаемой информации. И всё равно сталкиваются с проблемами утечки, уничтожения, модификации конфиденциальной информации и отказом в доступе авторизованных сотрудников к информационным ресурсам компании. Что это, не совершенство используемых высокотехнологичных систем информационной безопасности или недостаточное их количество? Нет. Всё дело в так называемом «человеческом факторе». Известный специалист по проблемам информационной безопасности Брюс Шнайер - заметил, что в общей системе мер по защите информации "математический аппарат является безупречным, компьютеры же уязвимы, сети вообще паршивы, а люди просто отвратительны ". [1]

Иногда конфиденциальная информация находится в метаданных, случайно опубликованных организацией. Полезная информация об ИТ-системах может включать:

- Открытые порты и небезопасно подключенные устройства
- Неустановленное программное обеспечение
- Информация об активах, такая как версии программного обеспечения, имена устройств, сети и IP-адреса

За пределами организации веб-сайты и особенно социальные сети могут быть кладезем информации, особенно о сотрудниках. Поставщики и партнеры также могут делиться некоторыми деталями вашей ИТ-среды, которые лучше держать в секрете. Кроме того, существует огромное количество неиндексированных веб-сайтов и файлов, известных под общим названием «глубокая сеть» или «глубокий интернет» (рис. 1). Глубокий интернет включает около 90% всех веб-сайтов. Эта часть айсберга находится под водой и намного превосходит по размерам общедоступный интернет. По сути, эта скрытая часть настолько велика, что невозможно точно установить, какое количество веб-страниц или сайтов в ней активно в тот или иной момент времени.

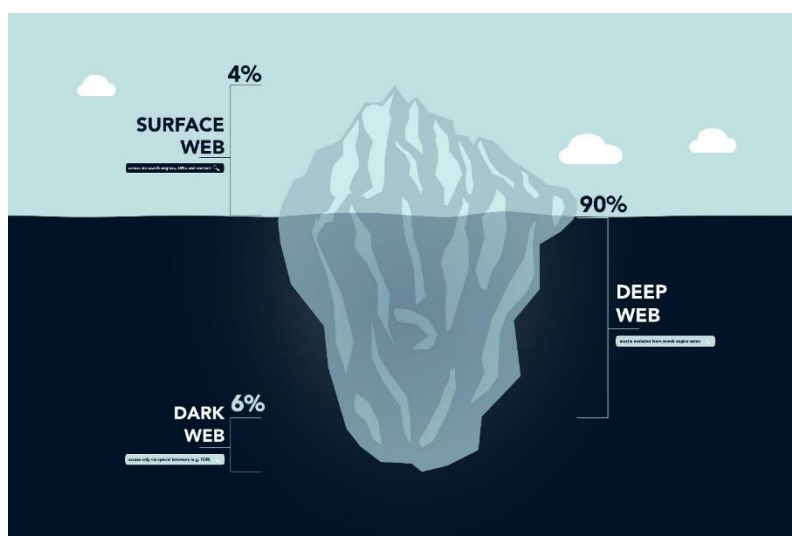


Рис. 1 «глубокий интернет»

Кевин Митник описывает первый шаг каждой атаки социальной инженерии как сбор и оценку информации из общедоступных источников [3] OSINT (или как звучит в полной английской версии Open Source INTelligence) — это технология поиска, аккумуляирования и анализа данных, собранных из доступных источников в интернете.

Еще в 1949 году один из аналитиков ЦРУ Кен Шерман написал в книге «Стратегическая разведка для американской мировой политики», что порядка 80% информации страна собирает именно из открытых источников. [2] Немногим позже руководитель РУМО Соединенных Штатов Самуэль Уилсон рассказал, что 90% данных по разведке также получают из открытых источников, а лишь оставшиеся 10% приходится на профессиональную работу агентов и шпионов.

Так чем же отличается новичок от профессионала. Первый просто видит забавную картинку, репост с советами, страницы и группы и т.д. Профессионал же фиксирует даты публикации контента, заинтересованность и активность пользователей, важные детали на изображениях, метки с геолокацией, оценивает целевую аудиторию – и это только начало. На следующем этапе может быть отправлен IP-logger, позволяющий определить IP-адреса. Затем следует просканировать порты, чтобы понять, какое технологическое оснащение находится рядом с конкретным человеком: камеры, принтеры, ПК, роутеры и другое оборудование, подключенное по сети. Так, если в списке будет обнаружено 2-3 ксерокса, можем предположить, что человек находится на рабочем месте в офисе. А вот еще один наглядный пример. В адресной строке популярной соцсети Вконтакте к основному адресу профиля после слэша добавляется персональный id (уникальный идентификатор) (рис. 2), что не секрет.

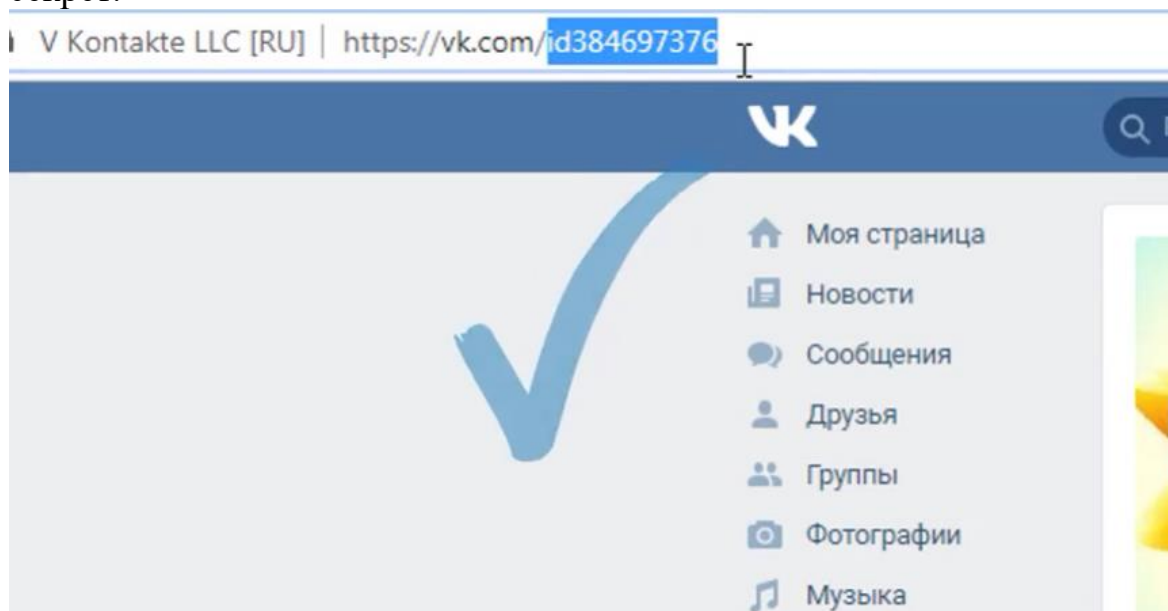


Рис. 2 уникальный идентификатор

Но он может содержать не только цифры, а еще и никнейм (рис. 3). Последний является ценнейшей информацией, ведь большинство пользователей сети склонны использовать одни и те же псевдонимы на различных ресурсах.

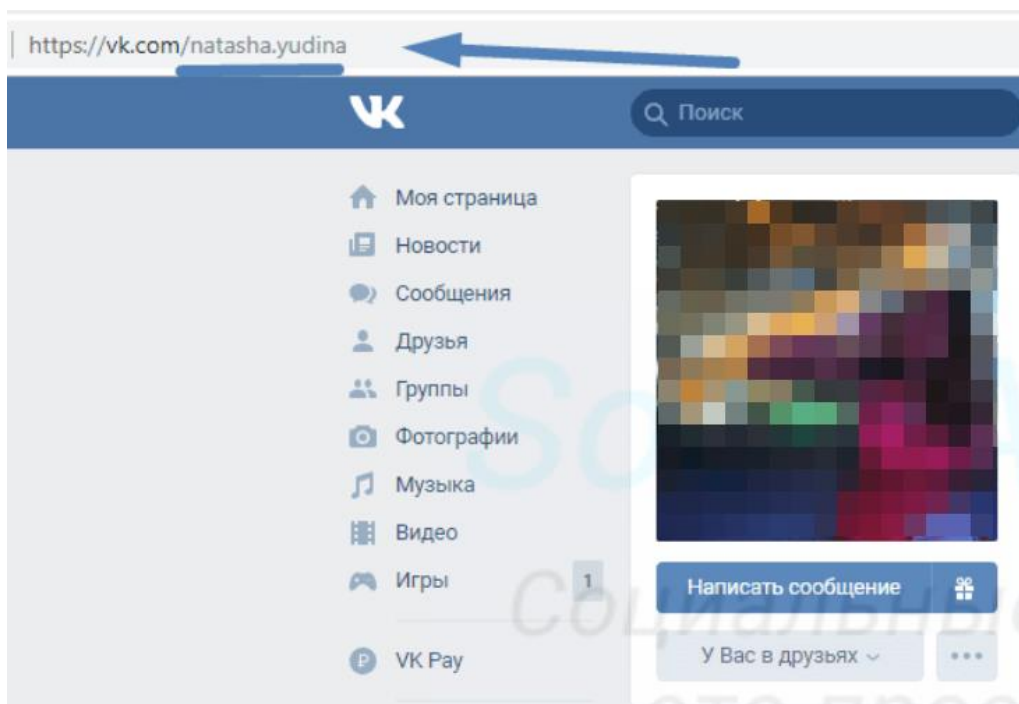


Рис. 3 никнейм

Так, по одному только никнейму в адресной строке можно «пробить» и другие активности конкретного пользователя: страницы в социальных сетях, сообщения на тематических форумах, резюме, заказы на торговых площадках и т. д. Если навести курсор мыши на любую фотографию, опубликованную на странице, в левом нижнем углу экрана появится ссылка с адресом (рис. 4). После маркировки «photo» идёт два блока цифр, первый из них – id пользователя, второй – id выбранной фотографии. Копируйте первый id, вставляете его в адресную строку <https://vk.com/id> (рис. 5) - и вуаля! вы на странице этого человека (рис. 6).

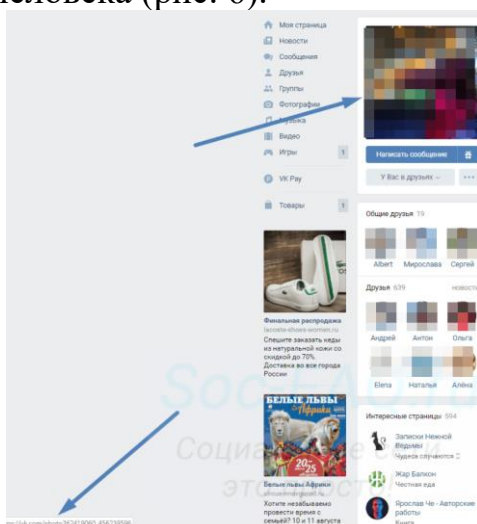


Рис. 4 ссылка с адресом

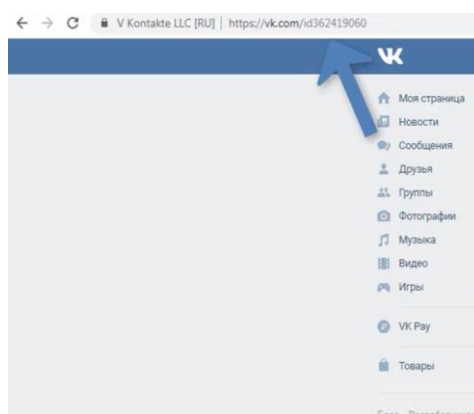


Рис. 5 адресную строку

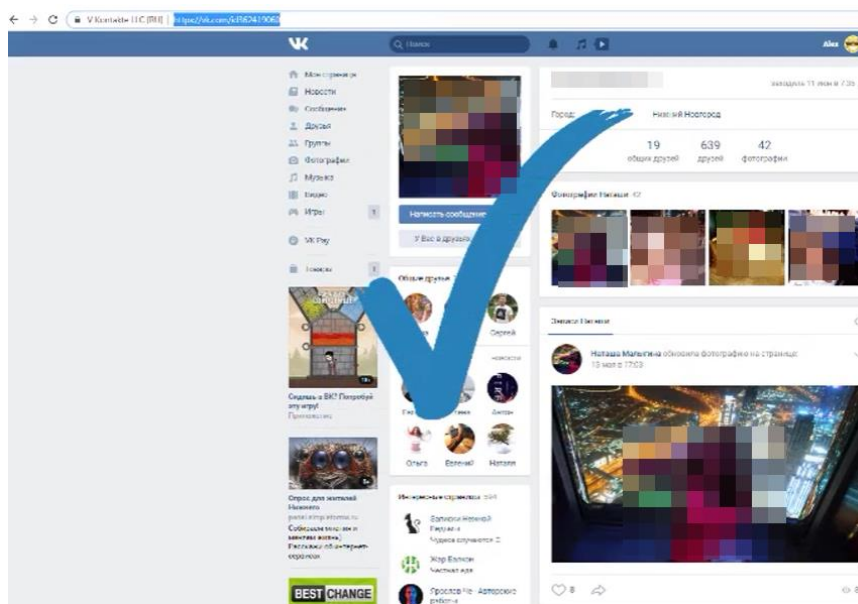


Рис. 6 страница

То есть получается, что не нужно ничего ломать, чтобы найти ценную информацию или уязвимости, оставленные самими же пользователями. Другим словами основные неразрешённые проблемы информационной безопасности легко реализуются как угрозы методами OSINT. С одной стороны защищать информацию, находящуюся в открытом доступе это нонсенс, а с другой именно там может быть то, что представляет интерес или чем может воспользоваться потенциальный злоумышленник. Решение проблемы, вспоминая фразу одного из киноперсонажей: «Тот, кто нам мешает, тот нам поможет!» кроется в использовании той же методики, только в целях обеспечения информационной безопасности. В рамках обеспечения кибербезопасности OSINT так же можно использовать для пентеста, форензики, реверсивной и социальной инженерии.

Для руководителей по информационной безопасности основная цель — найти любую информацию, которая может представлять риск для организации, чтобы они могли снизить этот риск до того, как она будет использована злоумышленниками. Один из наиболее очевидных способов сделать это — проводить регулярные тесты на проникновение и упражнения Red Team это попытки получить доступ к системе любыми способами, которые касаются OSINT, чтобы найти слабые места.

Тесты и упражнения включают в себя:

- тестирование на проникновение;
- физический доступ;
- тестирование линий связи, беспроводных и радиочастотных систем;
- тестирование сотрудников посредством сценариев социальной инженерии.

В рамках проведения разведки OSINT, как правило, используют следующие подходы:

1. Превентивный – первоначальный сбор общей информации об объекте изучения. Основной целью данного типа разведки является сбор как можно наибольшего количества информации об объекте с целью изучения и выявления наиболее уязвимых мест;
2. Реактивный – целенаправленный сбор информации об объекте. Этот тип разведки обычно следует за пассивной, после того как были выяснены уязвимые места и была сформирована более чёткая задача по поиску информации.

Главное преимущество разведки OSINT, это возможность собрать информацию об объекте, не привлекая его внимания, поскольку поиск информации осуществляется с использованием открытых источников информации. Правда открытые источники информации не всегда являются общедоступными (рис 1). Необходимо не только знать какими источниками информации пользоваться, для получения максимально полного объёма необходимых данных, но и иметь определённые знания по методологии и инструментарию OSINT.

Таким образом в рамках обеспечения информационной безопасности компании необходимо обладать теми же знаниями в области технологии поиска, аккумуляции и анализа данных, размещённых в доступных источниках в интернете. Любая информация в открытом доступе может оказаться опасной. В социальных сетях это данные из профилей, фотографии. На сайтах компаний это информация о сотрудниках, публичная документация и т.д. Эта информация помогает разрабатывать сценарии атак и даёт злоумышленникам возможность скрытно подготовиться к атаке. А ошибочно размещённые конфиденциальные документы в разделе публичная документация, вообще подарок для хакера.

В рамках обеспечения информационной безопасности необходимо на регулярной основе проводить мониторинг информации по следующим направлениям:

1. Метаданные файлов.

Они могут содержать дату создания документа, имена пользователей, модели аппаратных ресурсов компании, версии установленных программ, эта информация может позволить найти наиболее уязвимые места и подобрать вредоносные коды для распространения киберугроз. Имена пользователей, скорее всего это логины в личные или корпоративные системы.

2. Конфиденциальные документы.

Даже в самых продвинутых компаниях и серьезных государственных структурах какой-то засекреченный документ может случайно оказаться в открытом доступе. Информация по неосторожности размещённая в открытом доступе может включать в себя различные детализированные политики информационной безопасности, например политику создания паролей, или политика использования программного обеспечения и т.д..

3. Данные об определённых зонах в системе доменных имён.

Существует очень много инструментов, которые помогают собрать все данные с сайта (в том числе, которые не видны обычным пользователям). Например: электронный адрес, телефоны, технологии, на которых построен сайт и т.д.

4. Серверные веб-приложения, интернет вещей.

Интернет вещей – это гигантская сеть подключенных вещей и людей, которые собирают и обмениваются данными о том, как используются эти вещи, и об окружающей среде вокруг них. Устройства и объекты со встроенными датчиками подключены к платформе интернета вещей, которая объединяет данные с различных устройств и применяет аналитику в соответствии с конкретными потребностями. Эти датчики во многих случаях собирают чрезвычайно конфиденциальные данные – например, о том, что люди говорят и делают в своем собственном доме, поэтому безопасность – одна из самых больших проблем.

Чтобы на базовом уровне изучить OSINT и начать проводить небольшие исследования, необходимо познакомиться с базовыми принципами конкурентной разведки. В этом могут помочь труды Николая Ивановича Баяндина и Александра Ивановича Доронина, которые являются ведущими экспертами в этом направлении.

Что касается практических аспектов использования технологий OSINT в обеспечении кибербезопасности, то очень подробно об этом пишет Андрей Игоревич Масалович.

Применять знания в деле можно начать с использования разных инструментов.

Необходимые инструменты OSINT в информационной безопасности это: Shodan – поисковик по устройствам, подключенным к сети (в т.ч. интернет вещей и веб-приложения), Maltego – одним из самых распространенных вариантов использования Maltego является исследование и получение информации о сайтах. Программа собирает все данные вместе, помогает увидеть взаимосвязи и сделать выводы. Результат визуализируется в виде дерева, собирающего в единую систему IP-адреса, e-мейлы, телефоны, домены и т.д., Google Dork Queries — это хитрые запросы к поисковику, которые помогают пролить свет на общедоступные, но скрытые от посторонних глаз данные, Foca – программа, которая помогает с выгрузкой, классификацией и анализом файлов на удаленном веб-сервере, она сканирует определенный домен с различных поисковиков Google, Bing и т.д., Spysse – поисковик по технической информации веб-сайтов. С его помощью вы найдете разнообразные данные, вроде уязвимостей, IP-адресов, субдоменов и SSL/TLS.

### **Заключение**

Итак, мы видим, что информация, находящаяся в открытых источниках, может стать плацдармом для проведения атаки на корпоративную инфраструктуру. Необходимо периодически проверять как организация выглядит со стороны потенциального злоумышленника и по возможности скрывать данную информацию.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Schneier B. Applied Cryptography, Protocols, Algorithms, and Source Code in C. John Wiley & Sons, Inc., 1994 (ISBN 0-471-59756-2).
2. Kent S. Strategic Intelligence for American World Policy. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1949
3. Митник, Кевин Д. Искусство обмана / Кевин Д. Митник, Вильям Л. Саймон ; [пер. с англ.: А. А. Груздев, А. В. Семенов]. - Москва : ДМК Пресс, 2006. - 124 с.

**УДК 004.8**

*Кузлякин А. П.*

*Аспирант кафедры информатики РЭУ имени Г.В. Плеханова, Москва, Россия*

### **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ AUTOML-РЕШЕНИЙ**

В данной статье представлен детальный сравнительный анализ пяти современных AutoML-решений: AutoKeras, AutoGluon, PyCaret, H2O и MLJAR. Исследование проводилось на базе широко известного датасета Titanic. Целью исследования было оценить основные функциональные возможности, преимущества и недостатки каждого решения, а также их производительность и точность прогнозирования. Результаты этого анализа могут послужить руководством для специалистов в области машинного обучения при выборе наиболее подходящего инструмента для автоматизированного машинного обучения в конкретных задачах.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** ML, AutoML, AutoKeras, AutoGluon, PyCaret, H2O, MLJAR, машинное обучение, автоматизированное машинное обучение, датасет Titanic, сравнительный анализ.

## 1. Введение

Автоматизированное машинное обучение (AutoML) представляет собой передовой подход, целью которого является упрощение и оптимизация процесса разработки моделей машинного обучения. Этот подход начал набирать популярность среди ученых и инженеров благодаря возможности автоматизировать многие этапы, которые ранее требовали глубокой экспертизы и многочасовой ручной работы.

В этом контексте множество инструментов AutoML были представлены на рынке, каждый с уникальными характеристиками и функциями. Несколько из наиболее популярных решений, таких как AutoKeras, AutoGluon, PyCaret, H2O и MLJAR, стали предметом активного обсуждения и анализа в научном сообществе. Приведите ссылки на статьи, в которых обсуждаются эти решения. Однако, несмотря на их растущую популярность, существует нехватка объективных сравнительных исследований, которые бы помогли определить их преимущества и недостатки.

Чтобы заполнить этот пробел, текущее исследование фокусируется на анализе и сравнении вышеупомянутых AutoML-решений в задаче бинарной классификации данных. Целью статьи является комплексное изучение и сравнение современных автоматизированных систем машинного обучения по таким критериям, как точность классификации, скорость работы, гибкость и настраиваемость, поддержка различных типов данных, стоимость и лицензирование, с целью определения их потенциала и применимости в решении реальных задач на примере анализа данных датасета Titanic [2]. Этот датасет был выбран неслучайно: его структура и данные предоставляют уникальную возможность провести всесторонний анализ возможностей и ограничений каждого рассматриваемого инструмента. Результаты этой статьи помогут научному сообществу и системным аналитикам лучше понять потенциал и ограничения каждого из пяти AutoML-решений, предоставив объективную и детализированную картину их возможностей и ограничений в рамках задачи классификации на примере датасета Titanic.

## 2. Методология

В рамках данного исследования основное внимание акцентируется на инструментарии и подходах, обеспечивающих достоверность и репрезентативность результатов. Центральные моменты здесь — это выбор датасета и критериев сравнения.

### 2.1. Описание датасета Titanic

Titanic — это стандартный датасет, который часто используется в области машинного обучения для задач классификации [2]. Он состоит из двух основных частей: обучающего и тестового наборов данных. Обучающий набор содержит данные о 891 пассажире, в то время как тестовый набор содержит информацию о 418 пассажирах.

Датасет содержит следующую информацию о пассажирах легендарного лайнера «Титаник»:

- Pclass: Класс билета (1, 2 или 3);
- Name: Имя пассажира;
- Sex: Пол;
- Age: Возраст;



- SibSp: Количество братьев, сестер или супругов на борту;
- Parch: Количество родителей или детей на борту;
- Ticket: Номер билета;
- Fare: Стоимость билета;
- Cabin: Номер каюты;
- Embarked: Порт посадки (C = Cherbourg; Q = Queenstown; S = Southampton).

Целевая переменная в обучающем наборе данных — Survived, которая указывает, выжил ли пассажир (1) или нет (0). В тестовом наборе данных эта информация отсутствует, так как задача заключается в предсказании этой переменной.

В датасете присутствуют пропущенные значения в некоторых колонках, в частности в "Age", "Cabin" и "Embarked".

## 2.2. Подготовка данных

Для сохранения чистоты эксперимента и для того, чтобы оценить способности AutoML-решений к автоматической обработке данных, предобработка данных вручную не проводилась. Это позволит сравнить, как различные решения справляются с задачами заполнения пропущенных значений, кодирования категориальных признаков и других этапов предобработки данных.

## 2.3. Критерии сравнения

Основываясь на ключевых аспектах работы с AutoML, были выбраны следующие критерии для сравнения, отличающиеся по степени значимости.

Основной критерий:

- Точность классификации (accuracy) – это одна из основных метрик для сравнения моделей, особенно в задачах классификации. В статье также приведены точность (precision), полнота (recall) и F1-метрика.

Вспомогательные критерии:

- Скорость работы – время, необходимое для обучения модели и получения предсказаний, может быть критическим в реальных условиях.
- Гибкость и настраиваемость – в зависимости от задачи, возможность настройки и модификации может быть важным критерием выбора.
- Поддержка различных типов данных – в зависимости от специфики задачи, поддержка различных типов данных может быть решающим фактором.
- Стоимость и лицензирование – это может быть ключевым фактором для коммерческих проектов или стартапов с ограниченным бюджетом.

Такой методологический подход обеспечивает детальное представление о проведенных экспериментах и основаниях сделанных выводов [1].

## 3. Сравнительный анализ AutoML-решений

Автоматизированное машинное обучение не только является ключевым элементом в современной области искусственного интеллекта, но и продолжает привлекать внимание ученых и инженеров из-за обширного набора инструментов, доступных на рынке. Каждый из этих инструментов имеет свои уникальные особенности, преимущества и ограничения. В этом разделе представлен краткий обзор пяти избранных AutoML-решений по материалам публикаций [1, 3-7].

### 3.1. AutoKeras

Представляя собой расширение знаменитой библиотеки Keras, AutoKeras направлен на автоматическое создание и оптимизацию глубоких нейронных сетей. Основываясь на принципе нейронной архитектуры поиска, этот инструмент стремится упростить процесс разработки моделей для тех, кто может не иметь глубоких знаний в области глубокого обучения. Преимущества включают простой интерфейс, глубокую интеграцию с библиотекой Keras, а также возможность вмешательства в процесс выбора архитектуры, что определяет гибкость и настраиваемость. К преимуществам для создания прикладных решений стоит отнести тот факт, что AutoKeras является бесплатной библиотекой с открытым кодом. Однако одним из ограничений может быть относительно высокое потребление ресурсов при выполнении сложных задач и ориентация главным образом на обработку изображения и текст. Так как это решение основано на оптимизации архитектуры нейронных сетей, время обучения может быть довольно длительным, особенно на больших датасетах.

В ходе эксперимента по классификации данных датасета Titanic с использованием библиотеки алгоритмов AutoKeras была автоматически выбрана наиболее оптимальная структура полносвязной нейронной сети (или просто DNN - Deep Neural Network) с нормализацией и активационными функциями, имеющая 11 слоев и определенные параметры (Рис. 1). В дальнейшем, полученная архитектура полносвязной нейронной сети была обучена на протяжении 15 эпох. Общее время обучения составило 3 мин. 01 сек.

```
Model: "model"
```

Layer (type)	Output Shape	Param #
input_1 (InputLayer)	[(None, 7)]	0
multi_category_encoding (MultiCategoryEncoding)	(None, 7)	0
normalization (Normalization)	(None, 7)	15
dense (Dense)	(None, 32)	256
batch_normalization (Batch Normalization)	(None, 32)	128
re_lu (ReLU)	(None, 32)	0
dense_1 (Dense)	(None, 32)	1056
batch_normalization_1 (Batch Normalization)	(None, 32)	128
re_lu_1 (ReLU)	(None, 32)	0
dense_2 (Dense)	(None, 1)	33
classification_head_1 (Activation)	(None, 1)	0

```
=====  
Total params: 1616 (6.32 KB)  
Trainable params: 1473 (5.75 KB)  
Non-trainable params: 143 (576.00 Byte)
```

Рис. 1 – Структура лучшей модели AutoKeras

Результаты лучшей модели:

- Точность (Accuracy): 0,8350
- Точность (Precision): 0,8652
- Полнота (Recall): 0,6754
- F1-метрика: 0,7586

### 3.2. AutoGluon

Разработанный командой из Amazon, AutoGluon обеспечивает эффективное и быстрое обучение моделей, адаптируясь к конкретной задаче от классификации до регрессии. Среди преимуществ — высокая скорость обучения благодаря эффективным алгоритмам оптимизации и широкий спектр поддерживаемых моделей, что делает его особенно полезным для сложных наборов данных. Также, этот инструмент предоставляет гибкие настройки для экспертов и поддерживает различные типы данных, включая текст, изображения и табличные данные. Однако, для начинающих пользователей может потребоваться время на изучение документации. Важно отметить, что AutoGluon является бесплатным решением с открытым исходным кодом.

В ходе эксперимента по классификации данных датасета Titanic с использованием библиотеки алгоритмов AutoGluon было обучено 14 различных моделей, включая нейронные сети, случайные леса и градиентный бустинг (Рис. 2). Лучше всего себя показала модель WeightedEnsemble\_L2 (Рис. 3). Эта модель была сформирована в результате комбинирования сразу нескольких моделей с учетом определенных весовых коэффициентов: CatBoost, NeuralNetFastAI и RandomForestGini (Рис. 4). Особое внимание уделяется генерации признаков, что позволяет лучше понимать важность каждого признака при моделировании. Общее время обучения составило 1 мин. 33 сек.

```
*** Summary of fit() ***
Estimated performance of each model:
  model score_val pred_time_val fit_time pred_time_val_marginal fit_time_marginal stack_level can_infer fit_order
0 WeightedEnsemble_L2 0.860335 0.184505 20.541127 0.003637 5.188665 2 True 14
1 NeuralNetFastAI 0.843575 0.032357 5.690465 0.032357 5.690465 1 True 10
2 NeuralNetTorch 0.843575 0.040703 7.271019 0.040703 7.271019 1 True 12
3 LightGBM 0.826816 0.041089 1.589860 0.041089 1.589860 1 True 4
4 XGBoost 0.821229 0.019691 2.106862 0.019691 2.106862 1 True 11
5 LightGBMLarge 0.821229 0.041957 5.605202 0.041957 5.605202 1 True 13
6 CatBoost 0.815642 0.032602 8.094966 0.032602 8.094966 1 True 7
7 LightGBMXT 0.815642 0.052010 6.702596 0.052010 6.702596 1 True 3
8 RandomForestGini 0.804469 0.115909 1.567031 0.115909 1.567031 1 True 5
9 ExtraTreesGini 0.804469 0.180695 2.324865 0.180695 2.324865 1 True 8
10 ExtraTreesEntr 0.804469 0.258731 1.802842 0.258731 1.802842 1 True 9
11 RandomForestEntr 0.798883 0.102642 1.560515 0.102642 1.560515 1 True 6
12 KNeighborsDist 0.709497 0.036740 0.029958 0.036740 0.029958 1 True 2
13 KNeighborsUnif 0.703911 0.251576 4.962985 0.251576 4.962985 1 True 1
Number of models trained: 14
Types of models trained:
{'KNNModel', 'TabularNeuralNetTorchModel', 'WeightedEnsembleModel', 'XGBoostModel', 'RFModel', 'XTModel', 'CatBoostModel', 'LGBModel', 'NNFastAITabularModel'}
Bagging used: False
Multi-layer stack-ensembling used: False
Feature Metadata (Processed):
(raw dtype, special dtypes):
('category', []) : 3 | ['Ticket', 'Cabin', 'Embarked']
('float', []) : 2 | ['Age', 'Fare']
('int', []) : 3 | ['Pclass', 'SibSp', 'Parch']
('int', ['binned', 'text_special']) : 9 | ['Name.char_count', 'Name.word_count', 'Name.capital_ratio', 'Name.lower_ratio', 'Name.special_ratio', ...]
('int', ['bool']) : 1 | ['Sex']
('int', ['text_ngram']) : 9 | ['_nlp_.henry', '_nlp_.john', '_nlp_.master', '_nlp_.miss', '_nlp_.mr', ...]
Plot summary of models saved to file: titanic-autogluon/SummaryOfModels.html
*** End of fit() summary ***
```

Рис. 2 – Описание процесса обучения AutoGluon

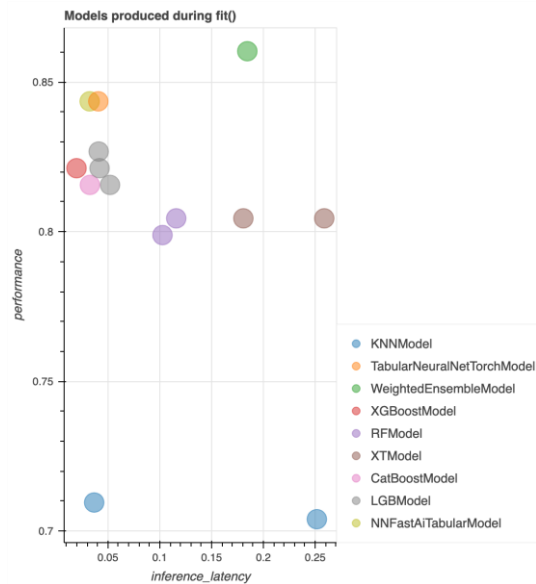
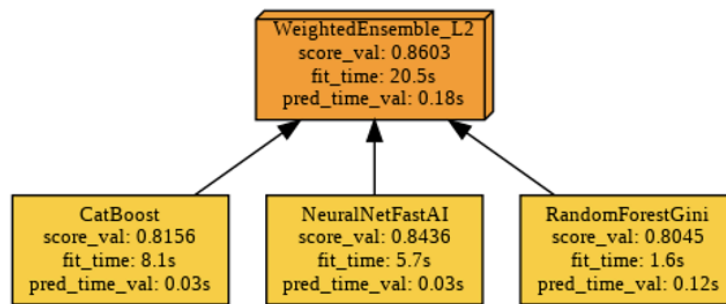


Рис. 3 – Сравнение обученных моделей AutoGluon



```
'model_weights': {'RandomForestGini': 0.11111111111111111,
'CatBoost': 0.33333333333333333,
'NeuralNetFastAI': 0.5555555555555556}}}}
```

Рис. 4 – Структура лучшей модели AutoGluon

Результаты лучшей модели:

- Точность (Accuracy): 0,9147
- Точность (Precision): 0,9318
- Полнота (Recall): 0,8392
- F1-метрика: 0,8831

### 3.3. PyCaret

Будучи низкоуровневой библиотекой AutoML для Python, PyCaret предлагает простой и удобный интерфейс для создания и оптимизации моделей на всех этапах, от предварительной обработки данных до интерпретации результатов. Преимущества заключаются в простоте использования, поддержке широкого спектра моделей и хорошей оптимизации для быстрого прототипирования. Он ориентирован на табличные данные, но также поддерживает текст и временные ряды. Однако, набор функций может быть меньше по сравнению с другими решениями. Это бесплатное решение с открытым исходным кодом.

В процессе экспериментов с использованием PyCaret было рассмотрено и обучено 15 различных моделей классификации, включая логистическую регрессию, Ridge Classifier и Extra Trees Classifier (Рис. 6). PyCaret автоматически проводит предварительную обработку данных, подбор признаков и оптимизацию гиперпараметров (Рис. 5). Функция `compare_models` автоматически сравнивает различные модели и выбирает наилучшую. Также PyCaret, по умолчанию, выполняет оценку качества бинарной классификации для лучшей модели, что позволяет дополнительно проверить полученные в рамках процесса обучения результаты (Рис. 7). Общее время обучения составило 16 сек.

	Description	Value
0	Session id	4699
1	Target	Survived
2	Target type	Binary
3	Original data shape	(891, 12)
4	Transformed data shape	(891, 14)
5	Transformed train set shape	(623, 14)
6	Transformed test set shape	(268, 14)
7	Ordinal features	1
8	Numeric features	6
9	Categorical features	5
10	Rows with missing values	79.5%
11	Preprocess	True
12	Imputation type	simple
13	Numeric imputation	mean
14	Categorical imputation	mode
15	Maximum one-hot encoding	25
16	Encoding method	None
17	Fold Generator	StratifiedKFold
18	Fold Number	10
19	CPU Jobs	-1
20	Use GPU	False
21	Log Experiment	False
22	Experiment Name	clf-default-name
23	USI	aaed

Рис. 5 – Описание процесса обучения PyCaret

	Model	Accuracy	AUC	Recall	Prec.	F1	Kappa	MCC	TT (Sec)
<b>lr</b>	Logistic Regression	0.8170	0.8638	0.6947	0.8001	0.7409	0.6015	0.6070	1.4670
<b>ridge</b>	Ridge Classifier	0.7399	0.0000	0.4152	0.8188	0.5454	0.3928	0.4383	0.1380
<b>et</b>	Extra Trees Classifier	0.7192	0.8065	0.3310	0.8584	0.4645	0.3272	0.3982	0.2830
<b>nb</b>	Naive Bayes	0.6646	0.7967	0.1679	0.7457	0.2686	0.1650	0.2356	0.2700
<b>lda</b>	Linear Discriminant Analysis	0.6357	0.5411	0.0522	0.1000	0.0686	0.0578	0.0638	0.1380
<b>dt</b>	Decision Tree Classifier	0.6164	0.5000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1460
<b>rf</b>	Random Forest Classifier	0.6164	0.8194	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.5830
<b>qda</b>	Quadratic Discriminant Analysis	0.6164	0.5000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2310
<b>ada</b>	Ada Boost Classifier	0.6164	0.5000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1420
<b>gbc</b>	Gradient Boosting Classifier	0.6164	0.5000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2030
<b>xgboost</b>	Extreme Gradient Boosting	0.6164	0.5000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2180
<b>lightgbm</b>	Light Gradient Boosting Machine	0.6164	0.5146	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.4620
<b>dummy</b>	Dummy Classifier	0.6164	0.5000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1970
<b>knn</b>	K Neighbors Classifier	0.6115	0.6207	0.3268	0.4963	0.3900	0.1240	0.1314	0.4650
<b>svm</b>	SVM - Linear Kernel	0.5442	0.0000	0.4388	0.4674	0.3438	0.0585	0.0720	0.1360

Рис. 6 – Результаты обученных моделей PyCaret

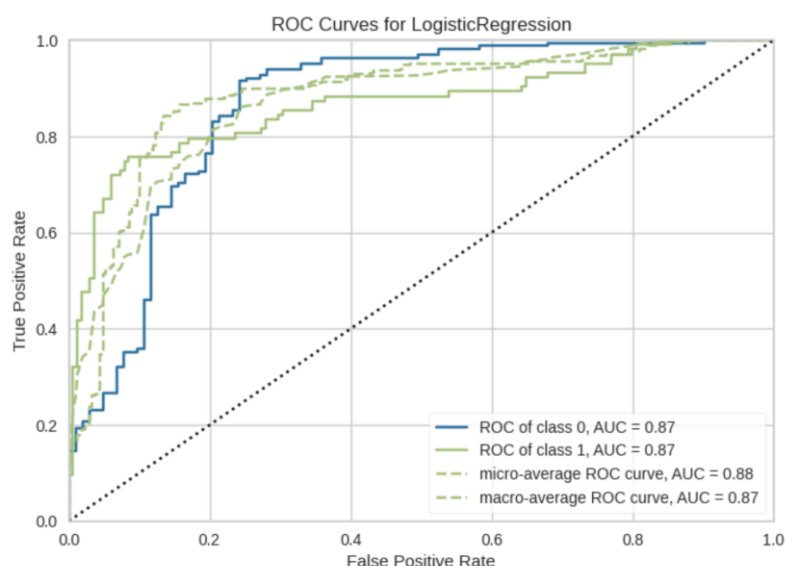


Рис. 7 – Оценка качества бинарной классификации PyCaret

Результаты лучшей модели:

- Точность (Accuracy): 0,8170
- Точность (Precision): 0,8001
- Полнота (Recall): 0,6947
- F1-метрика: 0,7409

### 3.4. H2O

H2O, известный своим высоким уровнем производительности, предоставляет решения для широкого спектра задач машинного обучения. Используя распределенные кластеры для обработки данных, H2O может быстро адаптироваться к различным задачам, обеспечивая высокую точность и стабильность. Преимуществами являются высокая скорость выполнения, гибкость и множество параметров для тонкой настройки моделей. Основное внимание уделено табличным данным. Начинающим пользователям может потребоваться время на освоение платформы, а также имеется как бесплатная версия с открытым исходным кодом, так и платные версии с расширенными возможностями.

В процессе экспериментов с использованием H2O AutoML было обучено 10 базовых моделей на обучающем наборе данных. В процессе обучения применялись различные алгоритмы, включая градиентный бустинг и случайные леса (Рис. 8). Общее время обучения составило 1 мин. 15 сек.

## Leaderboard

Leaderboard shows models with their metrics. When provided with H2OAutoML object, the leaderboard shows 5-fold cross-validated metrics by default (depending on the H2OAutoML settings), otherwise it shows metrics computed on the frame. At most 20 models are shown by default.

model_id	auc	logloss	aucpr	mean_per_class_error	rmse	mse	training_time_ms	predict_time_per_row_ms	algo
DRF_1_AutoML_1_20231025_171424	0.994461	0.150533	0.992223	0.0310133	0.191218	0.0365642	1139	0.063906	DRF
XRT_1_AutoML_1_20231025_171424	0.975442	0.270595	0.968493	0.0814639	0.271308	0.073608	337	0.079105	DRF
GBM_4_AutoML_1_20231025_171424	0.965823	0.266044	0.95667	0.104664	0.272475	0.0742427	264	0.06411	GBM
StackedEnsemble_AllModels_1_AutoML_1_20231025_171424	0.965059	0.271079	0.953733	0.0998945	0.277174	0.0768254	5428	0.196973	StackedEnsemble
StackedEnsemble_BestOfFamily_1_AutoML_1_20231025_171424	0.964286	0.269091	0.952742	0.101908	0.276951	0.0767016	4163	0.160406	StackedEnsemble
GBM_3_AutoML_1_20231025_171424	0.962124	0.267158	0.953175	0.104281	0.274159	0.0751633	323	0.078256	GBM
GBM_2_AutoML_1_20231025_171424	0.957882	0.276115	0.948571	0.100757	0.279591	0.0781713	466	0.047159	GBM
XGBoost_3_AutoML_1_20231025_171424	0.949611	0.278658	0.939151	0.106965	0.28504	0.0812478	1087	0.012731	XGBoost
XGBoost_2_AutoML_1_20231025_171424	0.931646	0.318233	0.911511	0.12796	0.308312	0.0950561	1293	0.021703	XGBoost
XGBoost_1_AutoML_1_20231025_171424	0.907181	0.367345	0.884819	0.157871	0.33518	0.112345	3614	0.022844	XGBoost
GBM_1_AutoML_1_20231025_171424	0.874123	0.422574	0.849442	0.204894	0.364304	0.132718	492	0.029291	GBM
GLM_1_AutoML_1_20231025_171424	0.858137	0.440463	0.828383	0.21055	0.373417	0.13944	190	0.032173	GLM

[12 rows x 10 columns]

Рис. 8 – Результаты обученных моделей H2O

Результаты лучшей модели:

- Точность (Accuracy): 0,9091
- Точность (Precision): 0,9251
- Полнота (Recall): 0,8304
- F1-метрика: 0,8752

## 3.5. MLJAR

MLJAR, сосредоточенный на автоматической обработке и анализе данных, предлагает интуитивно понятный интерфейс и ряд инструментов для оптимизации производительности моделей. От автоматической предварительной обработки до тонкой настройки алгоритмов, этот инструмент предоставляет все необходимое для эффективного анализа данных. Среди преимуществ можно выделить автоматическую предварительную обработку данных и тонкую настройку. Поддерживает различные типы данных, но лучше всего справляется с табличными данными. Предоставляет как бесплатную версию, так и коммерческие пакеты для бизнеса.

В процессе экспериментов с использованием MLJAR было обучено несколько базовых моделей, включая LightGBM, Xgboost, CatBoost и другие. В процессе эксперимента были созданы так называемые "Golden Features" – новые признаки, основанные на комбинациях существующих. Итоговая лучшая модель – это ансамбль, обученный на основе различных базовых моделей (Рис. 9). Общее время обучения составило 2 мин. 17 сек.

```

AutoML directory: AutoML_2
The task is binary_classification with evaluation metric logloss
AutoML will use algorithms ['Decision Tree', 'Linear', 'Random Forest', 'Extra Trees', 'LightGBM', 'Xgboost', 'Catboost', 'Neural Network', 'Nearest Neighbors']
AutoML will stack models
AutoML will ensemble available models
AutoML steps: ['adjust_validation', 'simple_algorithms', 'default_algorithms', 'not_so_random', 'mix_encoding', 'golden_features', 'knowns_features', 'insert_random_feature', 'features_selection', 'hill_climbing_1', 'hill_climbing_2', 'boost_on_errors', 'ensemble', 'stack', 'ensemble_stacked']
* Step adjust_validation will try to check up to 1 model
1_DecisionTree logloss 0.39128 trained in 2.0 seconds
Disable stacking for split validation
* Step simple_algorithms will try to check up to 3 models
2_DecisionTree logloss 0.41899 trained in 3.24 seconds
3_DecisionTree logloss 0.41899 trained in 3.82 seconds
4_Linear logloss 0.40189 trained in 3.98 seconds
Skip default_algorithms because of the time limit.
* Step not_so_random will try to check up to 43 models
14_LightGBM logloss 0.40453 trained in 3.86 seconds
1_Xgboost logloss 0.42984 trained in 2.79 seconds
21_Catboost logloss 0.39128 trained in 3.27 seconds
Skip mix_encoding because of the time limit.
* Step golden_features will try to check up to 3 models
None is
Add Golden Feature: Pclass_diff_Forch
Add Golden Feature: Sibsp_sum_Pclass
Add Golden Feature: Sibsp_multiply_Pclass
Add Golden Feature: Parch_sum_Pclass
Add Golden Feature: Parch_multiply_Pclass
Add Golden Feature: Parch_catlog_Pclass
Add Golden Feature: Age_multiply_Fare
Add Golden Feature: Sibsp_diff_Parch
Add Golden Feature: Fare_sum_Pclass
Add Golden Feature: Pclass_catlog_Age
Created 10 Golden Features in 14.77 seconds.
1_DecisionTree_GoldenFeatures logloss 0.391873 trained in 18.13 seconds
Skip knowns_features because of the time limit.
Not enough time to perform features selection. Skip
Time needed for features selection - 14.0 seconds
Please increase total_time_limit to at least (201 seconds) to have features selection
Skip insert_random_feature because no parameters were generated.
Skip features_selection because no parameters were generated.
Skip hill_climbing_1 because of the time limit.
Skip hill_climbing_2 because of the time limit.
* Step ensemble will try to check up to 1 model
Ensemble logloss 0.384732 trained in 0.51 seconds
AutoML fit time: 48.75 seconds
AutoML best model: Ensemble

```

Рис. 9 – Описание процесса обучения MLJAR

### Результаты лучшей модели:

- Точность (Accuracy): 0,8316
- Точность (Precision): 0,8137
- Полнота (Recall): 0,7281
- F1-метрика: 0,7685

Таким образом, рассматриваемые AutoML-решения представляют разнообразие возможностей и подходов, каждый из которых может быть оптимален в зависимости от конкретной задачи и требований к анализу данных. Этот раздел предоставляет отправную точку для дальнейшего глубокого анализа и сравнения выбранных инструментов.

## 4. Результаты работы AutoML-решений

### 4.1. Точность классификации и другие метрики качества

В ходе проведения экспериментов с использованием пяти различных AutoML-решений на датасете Titanic были получены результаты точности классификации и другие метрики качества, представленные в Таблице 1. Как следует из таблицы по всем метрикам качества решение AutoGluon продемонстрировало наилучшую эффективность.

Таблица 1. Результаты работы AutoML-решений

AutoML-решение	Метрики			
	Accuracy	Precision	Recall	F1
AutoKeras	0,8350	0,8652	0,6754	0,7586
AutoGluon	0,9147	0,9318	0,8392	0,8831
PyCaret	0,8170	0,8001	0,6947	0,7409
H2O	0,9091	0,9251	0,8304	0,8752
MLJAR	0,8316	0,8137	0,7281	0,7685



Дополнительно был проведен анализ полученных результатов для оценки и сравнения эффективности различных AutoML-решений (Рис. 10). В зависимости от метрик, такой анализ может дать понимание о следующем:

- Точность классификации (Accuracy): Как хорошо модель предсказывает правильные ответы.
- Точность (Precision): Сколько из предсказанных положительных случаев действительно являются положительными.
- Полнота (Recall): Сколько из всех действительно положительных случаев были идентифицированы.
- F1-мера (F1 Score): Сбалансированная мера, учитывающая и точность, и полноту.

Эти метрики могут быть критически важны в различных приложениях, например, в медицинской диагностике, финансовом моделировании, рекомендательных системах и т.д. Анализ также может выявить, какие алгоритмы требуют дополнительной настройки или оптимизации и какие из них наиболее подходят для решения конкретной задачи.

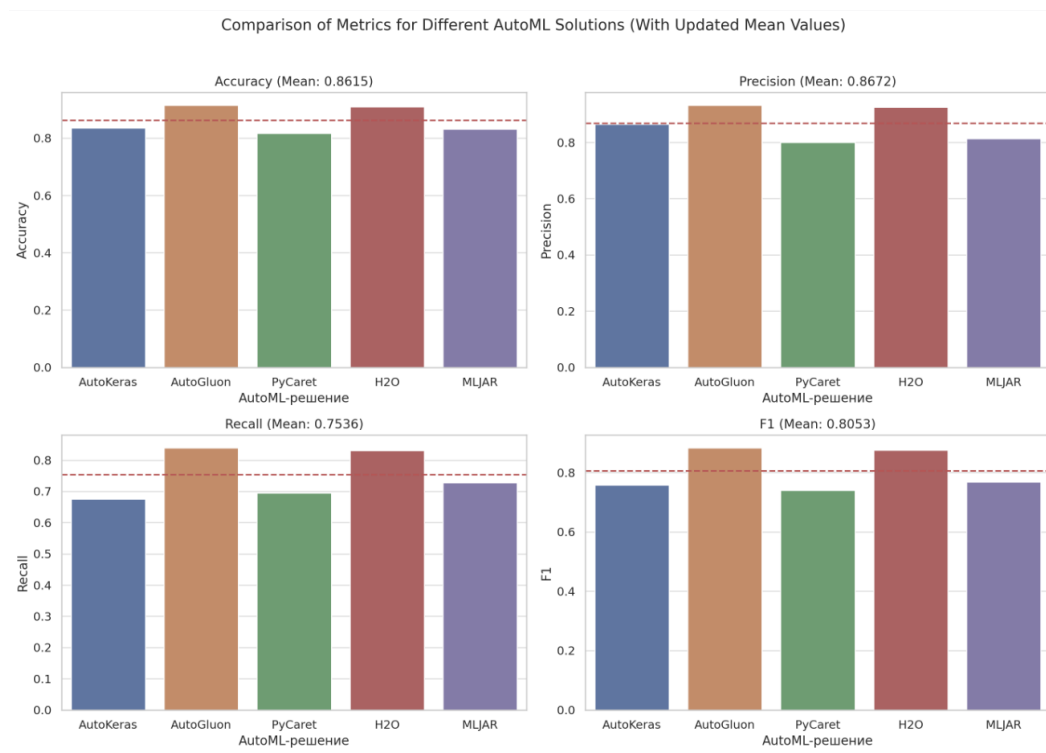


Рис. 10 – Сравнения эффективности различных AutoML-решений

### Общие выводы по точности классификации и другим метрикам качества:

- AutoGluon: Это решение является наиболее выдающимся по всем четырем метрикам. Оно идеально подходит для задач, где нужна высокая точность, точность, полнота и сбалансированное качество.
- H2O: Также показывает отличные результаты, особенно по метрикам Accuracy и Precision.
- MLJAR и PyCaret: Эти решения показывают средние или ниже среднего результаты по всем метрикам.

- AutoKeras: Показывает средние результаты, но остается ниже AutoGluon и H2O.

#### 4.2. Скорость работы

Общие выводы по скорости работы рассмотренных AutoML-решений:

- AutoGluon относительно быстрое решение благодаря эффективным алгоритмам оптимизации.
- AutoKeras требует больше времени из-за оптимизации архитектуры нейронной сети.
- H2O – эффективное и быстрое решение для средних датасетов.
- MLJAR обеспечивает быстрое обучение благодаря оптимизированным версиям популярных алгоритмов.
- PyCaret оптимизирован для быстрого прототипирования.

#### 4.3. Гибкость и настраиваемость

Общие выводы по гибкости и настраиваемости рассмотренных AutoML-решений:

- AutoGluon предоставляет широкий диапазон параметров для экспертов.
- AutoKeras позволяет определенное вмешательство в процесс выбора архитектуры.
- H2O имеет множество параметров для настройки, позволяя углубленное изучение данных.
- MLJAR включает инструменты для создания пользовательских пайплайнов и добавления собственных моделей.
- PyCaret основное внимание уделяет быстрому прототипированию, но также предоставляет инструменты для настройки.

#### 4.4. Поддержка различных типов данных

Общие выводы по поддержке различных типов данных:

- AutoGluon: отлично справляется с текстом, изображениями и табличными данными.
- AutoKeras основной фокус на изображениях и тексте.
- H2O лучше всего работает с табличными данными.
- MLJAR хорошо справляется с различными типами данных, но основной акцент на табличных данных.
- PyCaret основной фокус на табличных данных, но также поддерживается работа с текстом и временными рядами.

#### 4.5. Стоимость и лицензирование

Общие выводы по стоимости и лицензированию:

- AutoGluon, AutoKeras, и PyCaret полностью бесплатные решения с открытым исходным кодом.
- H2O бесплатная версия с открытым исходным кодом доступна, но существуют платные версии с дополнительными возможностями.
- MLJAR комбинированный подход с бесплатной версией и коммерческими пакетами.

## 5. Заключение

В ходе проведенного исследования был выполнен детальный анализ пяти популярных AutoML-решений: AutoGluon, AutoKeras, H2O, MLJAR и PyCaret. Каждое из этих решений было протестировано на датасете Titanic, что позволило сравнить их эффективность и особенности работы в условиях реальной задачи.

Исходя из полученных результатов, можно сделать следующие выводы:

1. AutoGluon показал наивысшую точность классификации данных в условии присутствия пропущенных значений на датасете Titanic среди всех рассмотренных решений. Это делает его отличным выбором для задач, где ключевым является качество предсказания.
2. Несмотря на высокую точность AutoKeras, время его работы и требования к ресурсам делают его менее предпочтительным для быстрого прототипирования или работы с очень большими датасетами.
3. H2O и MLJAR показали себя как надежные инструменты, предоставляющие хорошие результаты при разумном времени выполнения.
4. PyCaret является отличным выбором для быстрого прототипирования и сравнения различных моделей, хотя его точность немного уступает некоторым другим решениям.

Также стоит отметить, что выбор конкретного AutoML-решения должен опираться не только на точность предсказания, но и на такие факторы, как скорость работы, гибкость, поддержка различных типов данных и стоимость.

В заключение следует сказать, что автоматизированное машинное обучение продолжает развиваться, и с каждым годом появляются новые инструменты и методы. Это исследование дает представление о текущем состоянии этой области, но в будущем могут появиться новые решения, предоставляющие еще более высокую эффективность.

Дальнейшие исследования могут включать в себя более глубокий анализ комбинаций различных AutoML-решений, их применение в специализированных отраслях, а также исследование их способности к обработке новых и сложных типов данных.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Hutter F., Hoos Н.Н., & Leyton-Brown K. Automated machine learning: Methods, systems, challenges // Springer, 2019, pp. 5-20.
2. Titanic: Machine Learning from Disaster [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.kaggle.com/c/titanic>. – Дата доступа: 12.10.2023.
3. AutoKeras: An AutoML System Based on Keras [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://autokeras.com>. – Дата доступа: 14.10.2023.
4. AutoGluon: AutoML for Image, Text, Time Series, and Tabular Data [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://auto.gluon.ai/stable/index.html>. – Дата доступа: 14.10.2023.
5. PyCaret: Low-Code Machine Learning [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pycaret.org>. – Дата доступа: 15.10.2023.
6. H2O: Democratizing Generative AI [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://h2o.ai>. – Дата доступа: 15.10.2023.
7. MLJAR: Outstanding Data Science Tools [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mljar.com>. – Дата доступа: 16.10.2023.

*Кузнецова А. В., Гаврилова Т. А.*  
*Кандидат филологических наук, учитель*  
*Лицей №408, Санкт-Петербург*  
*Доктор технических наук, профессор*  
*Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург*  
*E-mail: gavrilova@gsom.spbu.ru*

## **К ВОПРОСУ О КЛАССИФИКАЦИИ ВИЗУАЛЬНЫХ МЕТАФОР ПРИ КАРТИРОВАНИИ ЗНАНИЙ**

Целью данной статьи является анализ и обобщение типов метафор, используемых в методах визуализации и разработки карт знаний. Работа основана на обзоре и анализе литературы. Исследование представляет собой краткий обзор методов метафорической визуализации. Необходимы дальнейшие углубленные исследования в отношении каждого из типов визуальных метафор, используемых в разработке карт знаний. Результаты помогают специалистам-практикам оценивать и выбирать методы метафорической визуализации, помогая решать актуальные задачи по разработке карт знаний.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** модели знаний, карты знаний, управление знаниями.

### **Введение**

Карты знаний представляют собой один из способов визуализации данных и оказывают глубокое влияние на мышление, принятие решений и поведение людей [Kraak, Ormeling, 2013; Zhou, Zhang, 2019; Ning et al, 2020]. Визуализация данных – ключевой элемент в системах принятия решений, при поиске информации и в управлении знаниями. Существует множество методов графического представления, визуализации информации, которые можно применять для представления информации и знаний [Smatana, Butka, 2016; Liu et al., 2023]. Каждый метод имеет свои особенности и применим в различных контекстах. Настоящая статья посвящена изучению использования метода метафорической визуализации в картах знаний.

Методологическую основу нашего исследования составляют обзор литературы и анализ способов метафорической визуализации в картах знаний. Начало исследованию положил обзор литературы, посвященной вопросам метафорической визуализации в картах знаний. В результате проведенного анализа были отобраны примеры карт знаний для дальнейшей спецификации.

### **Исследование метода метафорической визуализации**

Метафора – это риторический прием, первоначально используемый в лингвистике. Исследования показали, что метафора связана с человеческим мышлением и оказывает воздействие на когнитивные процессы человека [Lakoff, Johnson, 2008]. Умение человека находить сходства и различия, обобщать и отвлеченно рассматривать предметы и явления позволяют человеку использовать механизм метафоризации в процессе познания. Люди часто используют знакомые понятия для описания незнакомых предметов и явлений, именно это лежит в основе метафоры, синтезирующей далекие друг от друга смыслы.

Исследователи Ленгер и Эпплер разработали таблицу, похожую на периодическую систему Менделеева, состоящую более, чем из 100 различных техник визуализации, разделенных по типу использования [Lengler, Eppler, 2007]. Таблица Ленглера и Эпплера разделяет методы визуализации на 6 категорий

согласно различным данным: количественные данные, информация, концепты, стратегии, метафоры или комбинированные (см. Рис. 1).

## A PERIODIC TABLE OF VISUALIZATION METHODS

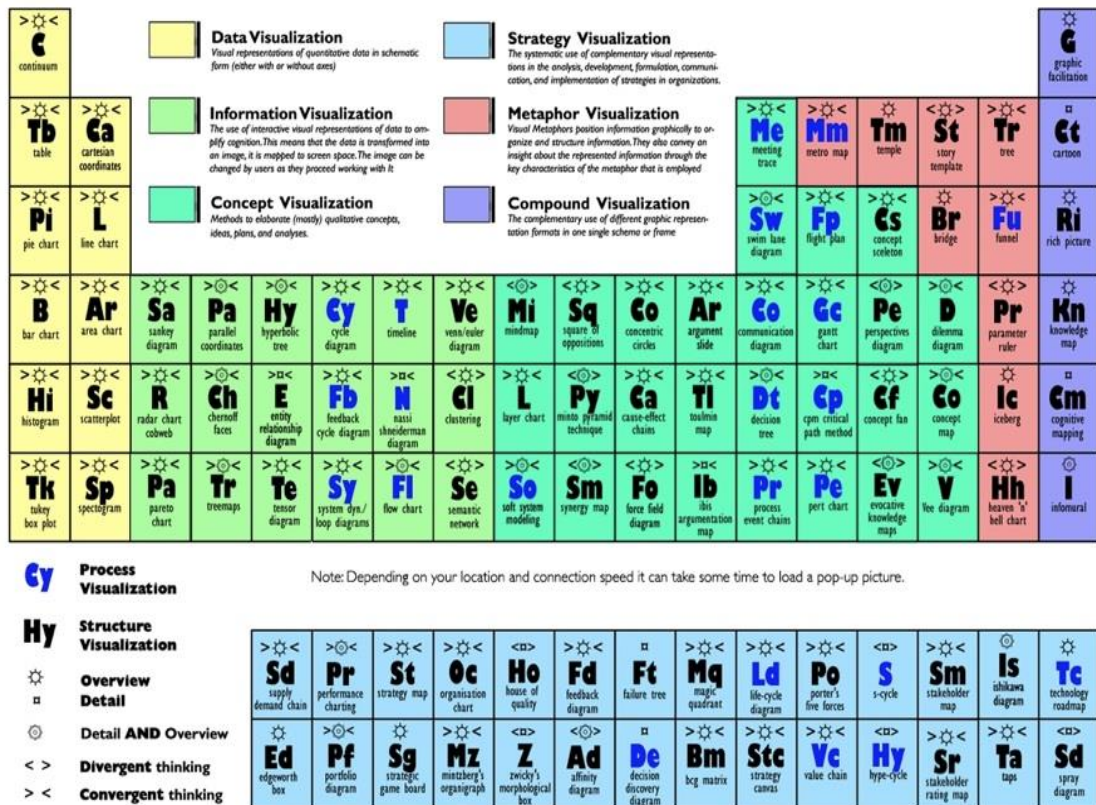


Рис. 1 – Таблица Ленглера и Эпплера [Lengler, Eppler, 2007]

Визуальная метафора — это графическая структура, которая использует форму и элементы знакомого природного или рукотворного артефакта или легко узнаваемого действия или истории для осмысленной организации контента и использования ассоциаций с метафорой для передачи дополнительного значения содержания.

Ленглер и Эпплер выделяют следующие визуальные метафоры визуализации, перечисляя их в таблице по уровню сложности метафоры:

- карта метро, каждая ветка которого посвящена той или иной тематике (эксперты, документы, приложения, веб-сайты, базы данных, публикации)

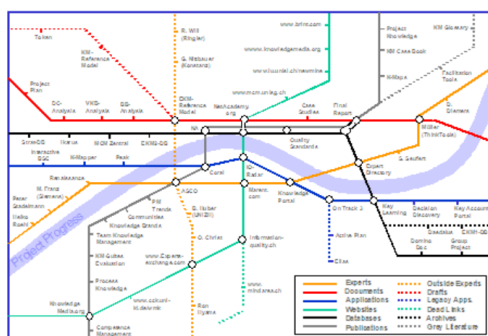


Рис. 2 – Визуальная метафора «карта метро» [Lengler, Eppler, 2007]

храм, образ которого служит для представления базовых идей, лежащих в основании обсуждаемого вопроса/проблемы, сути этой проблемы и критических точек зрения:

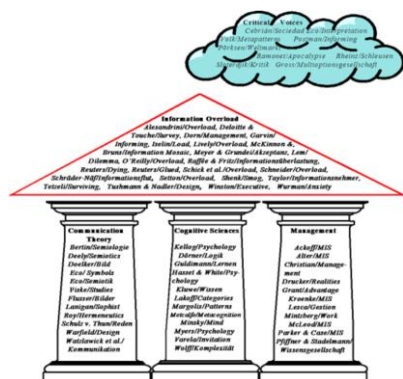


Рис. 3 – Визуальная метафора «храм» [Lengler, Erppler, 2007]

- заготовка для создания рассказа

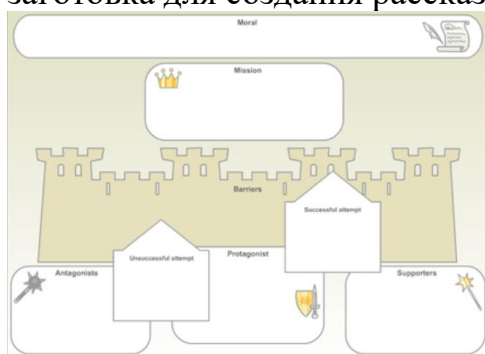


Рис. 4 – Визуальная метафора «рассказ» [Lengler, Erppler, 2007]

- дерево, образ которого помогает представить как предпосылки и основы рассматриваемого вопроса, так и результаты обсуждения/проведенной работы с учетом наличия разных направлений:

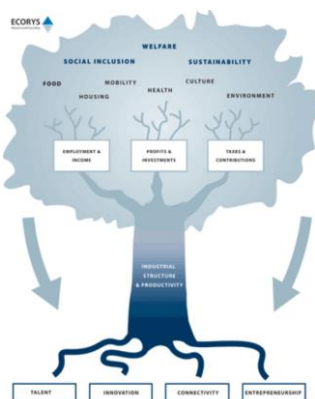


Рис. 5 – Визуальная метафора «дерево» [Lengler, Erppler, 2007]

- мост, представляющий переход из одного состояния в другое, находящееся на другом берегу, ступени на мосту – задачи, которые необходимо решить, чтобы совершить этот переход.

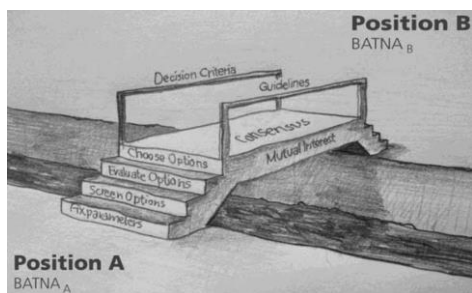


Рис. 6 – Визуальная метафора «мост» [Lengler, Erppler, 2007]

- воронка, создающая образ структурированных сведений, которые необходимы на первом этапе работы и заливаются в широкое горлышко, и ожидаемых результатов, представляемых внизу воронки:

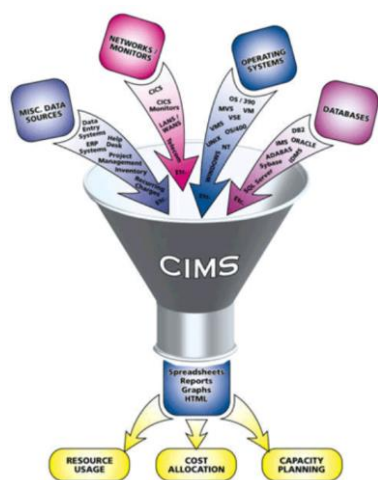


Рис. 7 – Визуальная метафора «воронка» [Lengler, Erppler, 2007]

- линейка параметров, образ которой демонстрирует параметры, относящиеся к различным категориям:

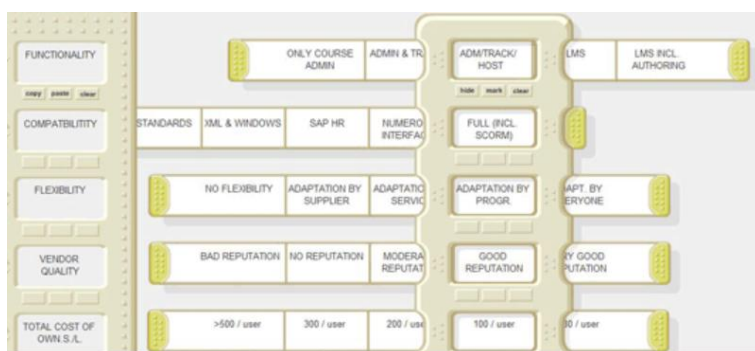


Рис. 8 – Визуальная метафора «линейка параметров» [Lengler, Erppler, 2007]

- айсберг, который дает возможность представить видимые, явные стороны проблемы, а также скрытые, находящиеся вне поля зрения, в глубине, под поверхностью воды:

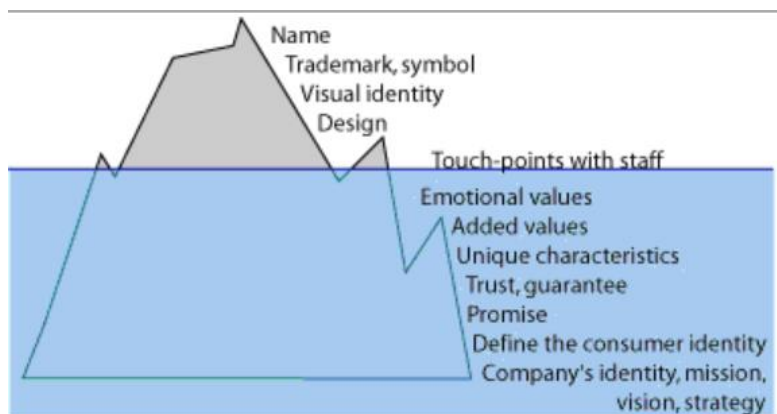


Рис. 9 – Визуальная метафора «айсберг» [Lengler, Eppler, 2007]

- диаграмма рая и ада, позволяющая обратить внимание не только на положительные и отрицательные стороны обсуждаемого вопроса (в части рая и ада, соответственно), но и другие значительные положения в области земли и гор, представленных на рисунке:

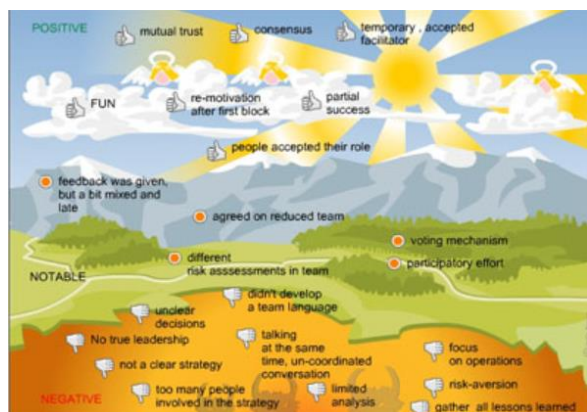


Рис. 10 – Визуальная метафора «рай и ад» [Lengler, Eppler, 2007]

Визуальные метафоры могут быть полезны при разработке карт знаний, поскольку они влияют на разум и чувства того, кому адресована карта. По мнению Кернбаха, Эплера и Брешиани [Kernbach, Eppler, & Bresciani, 2015], метафорические визуализации являются действенным, но при этом косвенным способом коммуникации, поскольку адресат должен сначала мысленно правильно реконструировать отображаемую визуализацию. Их можно использовать для переноса существующих знаний в новые области. Для этого необходимо использовать визуальную метафору, имеющую сильную и четкую основную ассоциацию, связанную с отображаемой концептуальной областью, имеющую четко различимые области. Легко понятные метафорические визуализации полезны при передаче знаний, отличаются высокой запоминаемостью. Помогают представить знания заинтересованным участникам дискуссии. Карта знаний, разработанная с использованием визуальной метафоры, состоит из следующих графических элементов: текст расположен внутри визуальной структуры, может быть соединен стрелками. Направление чтения информации: снизу вверх (например, лестница), сверху вниз (воронка), внутрь-наружу (колесо), наружу-внутри (спираль).



Примеры карт знаний, в основе которых лежит визуальная метафора, представленных Ленгером и Эпплером, наглядно представляют идею, выражаемую с их помощью (конвергентное/дивергентное мышление), однако перечень применяемых метафор может быть расширен.

На Рис. 11 представлена классификация, разработанная Гавриловой Т. А., Кудрявцевым Д. В. и Лещевой И. А. в совместной работе «Об одном методе классификации визуальных моделей».

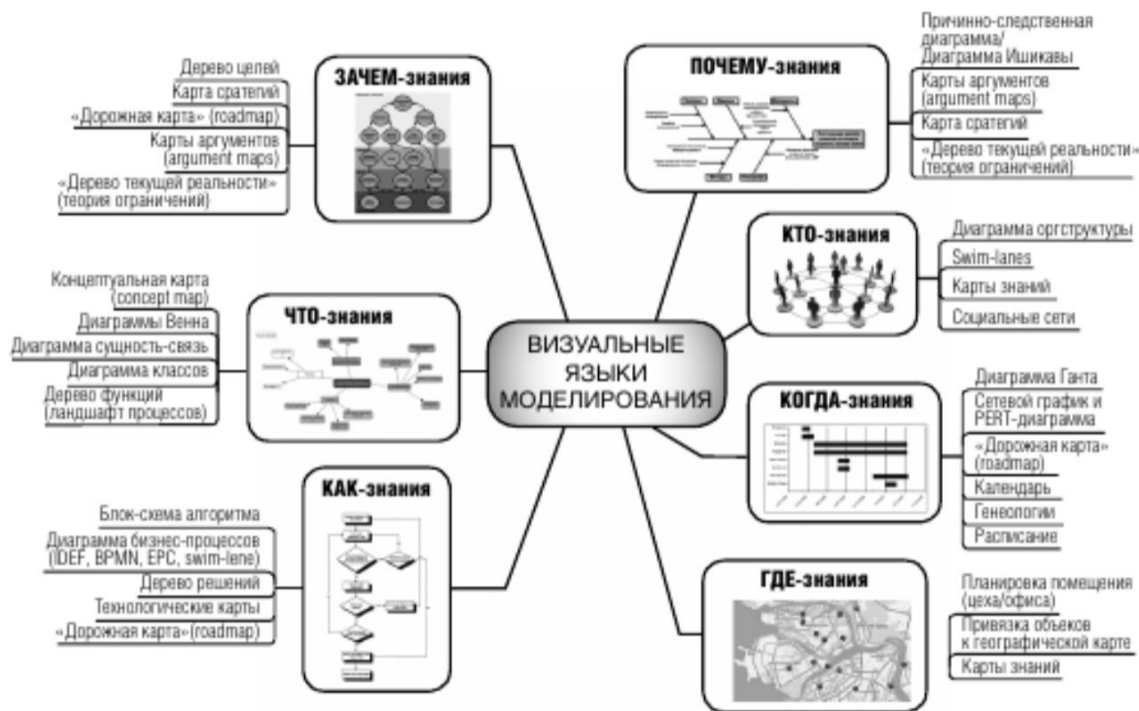


Рис. 11 – Распределение визуальных языков моделирования по типам знаний [Гаврилова et al., 2013]

Классификация карт согласуется с аспектами предметной области и делит средства визуализации на семь категорий, каждая из которых отражает определенный вид знаний, что в свою очередь помогает структурировать различные визуальные языки моделирования в соответствии с их целями и предназначением. Визуальная метафора «дерево» используется в нескольких типах знаний: зачем-, почему-, что- и как-знаниях. В когда- и как- типах знаний применяется визуальная метафора дороги при создании «дорожной карты».

Для выбора средств метафорической визуализации представления информации авторы также предлагают воспользоваться разработанным классификатором элементов, объединяющих типы знаний и визуальные языки моделирования (см. Рис. 12)

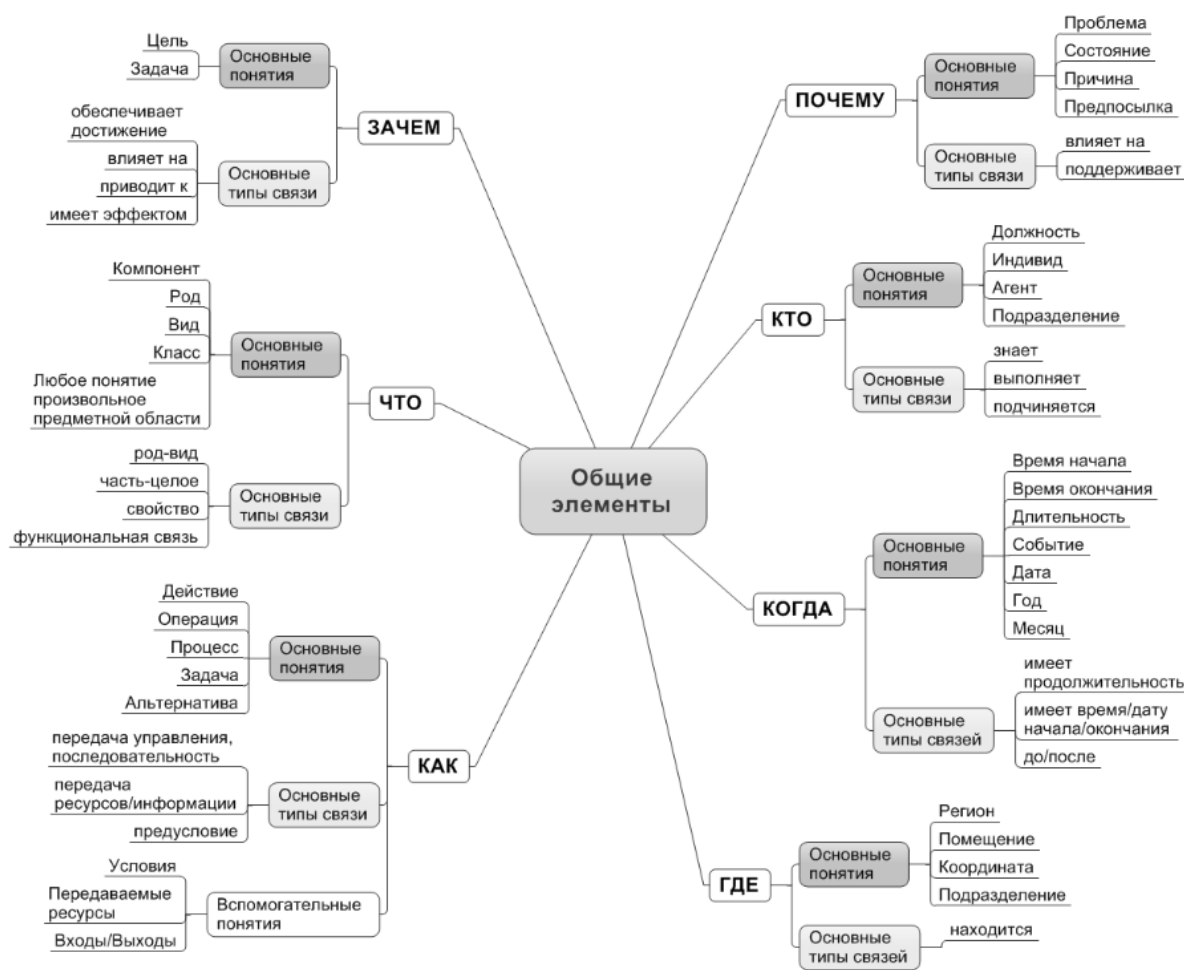


Рис. 12 – Общие элементы для языков моделирования и типов знаний [Гаврилова et al., 2016. С. 80]

Концептуальная метафора в интерпретации Дж. Лакоффа и др. является универсальным свойством мышления, находящим отражение в языковых структурах. В соответствии с характером и способом, по которым происходит концептуализация предметов и явлений объективной реальности, Дж. Лакофф и М. Джонсон разделяют концептуальные метафоры на три типа: структурные, онтологические и ориентационные [Lakoff, Johnson, 2008]. На основе этой классификации рассмотрим представленные выше примеры карт знаний:

- Структурные (structural) метафоры концептуализируют абстрактные сущности через известные, конкретные элементы человеческого опыта. К этому типу метафоры относится визуализация «рассказ» (рис. 4).

- Онтологические (ontological) метафоры характеризуют абстрактные сущности путем очерчивания их границ в пространстве. К этому типу метафоры относится визуализация «карта метро» (рис. 2), «храм» (рис. 3), «дерево» (рис. 5), «мост» (рис. 6), «линейка параметров» (рис. 8), «айсберг» (рис. 9).

- Ориентационные (orientational) метафоры структурируют несколько областей знаний в соответствии с основными ориентациями человека в пространстве; они в основном связаны с ориентацией в пространстве, с противопоставлениями типа «вверх—вниз», «внутри—снаружи», «глубокий—

мелкий», «центральный — периферийный» и др. К этому типу метафоры относится визуализация «рай и ад» (рис. 10), «воронка» (рис. 7).

### **Заключение**

Классификация моделей метафорической визуализации по видам знаний представляет собой ценный инструмент для выбора подходящих средств визуализации в соответствии с целями решаемой задачи. Она позволяет эффективно представлять информацию о доступных знаниях и создавать понятные и информативные карты знаний.

Данная статья проясняет теоретические аспекты и особенности практического применения метафорической визуализации карт знаний, их значение и возможные компоненты. В контексте информационной перегрузки применение визуальных метафор дает возможность осмысленно организовать контент и передать основное сообщение, помогает запомнить ключевые элементы метода или концепции, осмысленно помещая их в подходящую графическую метафору, которая имеет одно или несколько общих свойств с темой и способна улучшить общий дизайн информационной системы организации.

В дальнейшем планируется создать базу данных с примерами карт знаний, разработанных с использованием визуальных метафор, для дальнейшей более детальной спецификации.

Исследование выполнено Гавриловой Т.А. за счет гранта Российского научного фонда № 23-21-00168, <https://rscf.ru/project/23-21-00168/>

### **ЛИТЕРАТУРА:**

1. Гаврилова Т. А., Кудрявцев Д. В., Лещева И. А., Павлов Я. Ю. (2013). Об одном методе классификации визуальных моделей //Бизнес-информатика. – №. 4 (26). – С. 21–34.
2. Гаврилова Т. А., Кудрявцев Д. В., Муромцев Д. И. (2016). Инженерия знаний. Модели и методы.
3. Eppler, M. J. (2006). A comparison between concept maps, mind maps, conceptual diagrams, and visual metaphors as complementary tools for knowledge construction and sharing. *Information visualization*, 5(3), 202–210.
4. Kernbach, S., Eppler, M. J., & Bresciani, S. (2015). The use of visualization in the communication of business strategies: An experimental evaluation. *International Journal of Business Communication*, Vol. 52, No. 2. pp. 164–187.
5. Kraak, M.-J., Ormeling, F.J. (2013). *Cartography: Visualization of Spatial Data*; Routledge: Abingdon, UK.
6. Lakoff, G., Johnson, M.J. (2008). *Metaphors We Live by*. University of Chicago Press: Chicago, IL, USA.
7. Lengler, R., Eppler, M.J. (2007). Towards a periodic table of visualization methods of management.
8. Lengler, R., Eppler, M.J. (2007). A Periodic Table of Visualization Methods. URL: [https://www.visual-literacy.org/periodic\\_table/periodic\\_table.html](https://www.visual-literacy.org/periodic_table/periodic_table.html)
9. Liu, C., Liu, H., Tan, Z. (2023). Choosing optimal means of knowledge visualization based on eye tracking for online education. *Educ Inf Technol* (2023). <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11815-4>
10. Ning M., Lei D., Yan-Ling Zh., Zhi-Jun C., Rui M. (2020): The effect of interaction between knowledge map and collaborative learning strategies on teachers' learning performance and self-efficacy of group learning, *Interactive Learning Environments*, DOI: 10.1080/10494820.2020.1855204

11. Smatana, M., Butka, P. (2016). Dynamic Visualization of Generalized One-sided Concept Lattices and Their Reductions //Information Systems Architecture and Technology: Proceedings of 37th International Conference on Information Systems Architecture and Technology – ISAT 2016 – Part I Advances in Intelligent Systems and Computing (Vol. 521).
12. Zhou Ch., Zhang M. (2019). Research on Academic Influence of Knowledge Mapping Software[J]. Journal of Information Resources Management. – 9(1): 85–93.

**УДК 004**

*Куренков А. Л.*

*кандидат технических наук,*

*Доцент Базовой кафедры цифровой экономики института развития информационного общества*

*РЭУ им. Г.В. Плеханова, Москва*

## **ПРЕДПОСЫЛКИ К СОЗДАНИЮ И ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ МЕТОДОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИЕЙ КОММЕРЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ В УСЛОВИЯХ ПЕРМАНЕНТНО ИЗМЕНЯЮЩЕЙСЯ БИЗНЕС-СРЕДЫ**

В статье сформулированы основные предпосылки и базовые положения методики управления цифровой трансформацией коммерческих предприятий в современных условиях перманентно изменяющейся бизнес-среды. Сформулированы предпосылки развития инструментария планирования, проведения и оценки эффективности цифровой трансформации компаний. Теоретическую базу составили труды отечественных и зарубежных ученых в области планирования и реализации цифровой трансформации, профильные стандарты, а также практический опыт реализации проектов в этой области. Методологическая база исследования включает методы системного анализа и синтеза. Текущая промышленная революция (смена технологического уклада) обусловлена накопленным потенциалом новых информационных технологий, который по закону диалектики можно использовать при производстве новых конкурентных продуктов и услуг предприятия, но также характеризуется изменениями потребительской внешней среды, вызванными доступностью этих же передовых технологий в виде модулей и сервисов, не требующих от пользователя специальных навыков и компетенций. Возросли скорости вывода на рынок новых продуктов, зависимость их от внешней бизнес-среды, характеризующейся высокой изменчивостью под действием различных технических и экономических факторов. Сложность процессов проектирования, реализации и оценки эффективности цифровой трансформации, ориентация на сложного, не однородного массового потребителя, гибкость реакции на изменения бизнес-среды предполагает использования новых методов управления и автоматизации процессов управления на современном уровне с использованием механизмов продуктового подхода и организации непрерывного автоматизированного цикла управления и мониторинга цифровой трансформации.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** цифровая трансформация, тенденции цифровой трансформации, развития инструментария планирования, проведения и оценки эффективности цифровой трансформации, управление цифровой трансформацией, автоматизация цифровой трансформации, конвейер цифровой трансформации, управление цифровой трансформацией.

Современные предприятия вынуждены работать в условиях перманентно изменяющейся бизнес-среды, обусловленной накоплением потенциала

современных ИТ технологий, которые по закону диалектики перехода количественных изменений в качественные изменяют не только технологические возможности самого предприятия (новый технологический уклад), но и поведенческие паттерны клиентской среды, для которой стали доступны мощности передовых технологий в виде сервисов и компонент, не требующих от пользователя специальных навыков. Это, в свою очередь, меняет не только производственный контур и возможности по выпуску новых продуктов, но и подходы к их реализации и развитию. Наблюдается ускорение жизненного цикла продуктов. В совокупности эти факторы подстегивают изменение общей экономической ситуации, развивают мировой экономический кризис [0, 2].

Обобщенно можно сформулировать следующие современные тенденции развития бизнес-среды предприятий коммерческого сектора экономики [0]:

- все большее проникновение современных ИТ технологий в потребительскую среду (ускорение обмена данными, доступность больших данных и инструментов их обработки и анализа);
- усложнение продуктов, рост доли ИТ в составе продуктов предприятия;
- ускорение вывода на рынок новых продуктов;
- новые модели потребления услуг, например подписка, все большая ориентация новых продуктов на массового потребителя;
- массовый потребитель разнороден;
- перестройка логистических процедур, производственных цепочек;
- санкционное давление;
- изменение законодательства;
- миграционная подвижность квалифицированных кадров.

В этих условиях цифровая трансформация становится необходимым элементом стратегического планирования и управления коммерческим предприятием, развивающим свою продуктовую линейку на все более массового разнородного потребителя, а также необходимым элементом для обеспечения ее конкурентоспособности. Условия и горизонты планирования и реализации цифровой трансформации изменились и продолжают меняться, в связи с чем традиционные подходы к планированию, управлению теряют свою эффективность. При этом новых единых, результативных подходов, методик управления цифровой трансформацией не выработано [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]. При применяемом в настоящее время мониторинге цифровой трансформации состав показателей и интервалы их расчета зачастую соответствуют общеэкономическим подходам без учета влияния современных цифровых технологий, скорости их изменений и влияний на окружающую бизнес-среду [4, 5, 8]. Вместе с тем, появились предложения по учету продуктовых метрик [5, 8], сбалансированных метрик по учету эффективности финансов, клиентов, процессов, персонала, технологий [8]. Но, в целом, мониторинг цифровой трансформации предполагается вести или эпизодически или регулярно, но с большими временными интервалами зачастую исчисляются месяцами и годами [4]. В связи с этим становится все более актуальной задача разработки единой современной методологии управления цифровой трансформацией (МУЦТ),

учитывающей современные реалии, скорости и характер изменений бизнес-среды.

Границы применения МУЦТ определяются по критерию доступности заказчика: границами цифровой трансформации и применения МУЦТ являются те случаи, когда продуктовая линейка предприятия ориентирована на массового потребителя и соответственно отсутствует адресный заказчик, с которым лично можно определить требования к продукту. В случаях же, если типовой клиент предприятия не является массовым, может быть четко специфицирован, может выступать в роли традиционного заказчика, в непосредственном контакте с которым возможно определить четкие требования к продукту, которые не будут сильно изменяться в обозримой временной перспективе, то в этом случае для повышения эффективности предприятия достаточно использовать традиционные методики и инструменты цифровизации, повышения эффективности управления предприятием с использованием методов управления по целям и КРІ, а также широко применяемые методы управления проектами.

Предметом МУЦТ являются процессы планирования, реализации и оценки эффективности цифровой трансформации предприятий коммерческого сектора экономики.

В рамках МУЦТ цифровую трансформацию целесообразно использовать для формирования продуктовой линейки предприятия, ориентированной на массового, зачастую разнородного пользователя с одновременной перестройкой самого предприятия с целью обеспечения возможности производить такую продуктовую линейку и поддерживать ее конкурентоспособность. В этом случае целесообразно использовать цифровую трансформацию, управляемую по гибким методам с расчетом эффективности в виде отдельных моделей экономической эффективности для каждого продукта (продуктовый подход). Дополнительно целесообразно проводить расчет эффективности цифровой трансформации в целом для предприятия.

В силу сложности процессов МУЦТ целесообразно для управления цифровой трансформацией использовать единый контур планирования, реализации и оценки эффективности с применением автоматизации в виде комплексной информационной системы планирования, управления, мониторинга и оценки результатов цифровой трансформации (с учетом прогностики). Крупноблочное функционирование МУЦТ и ее автоматизации может быть представлена таким образом (рисунок 1):

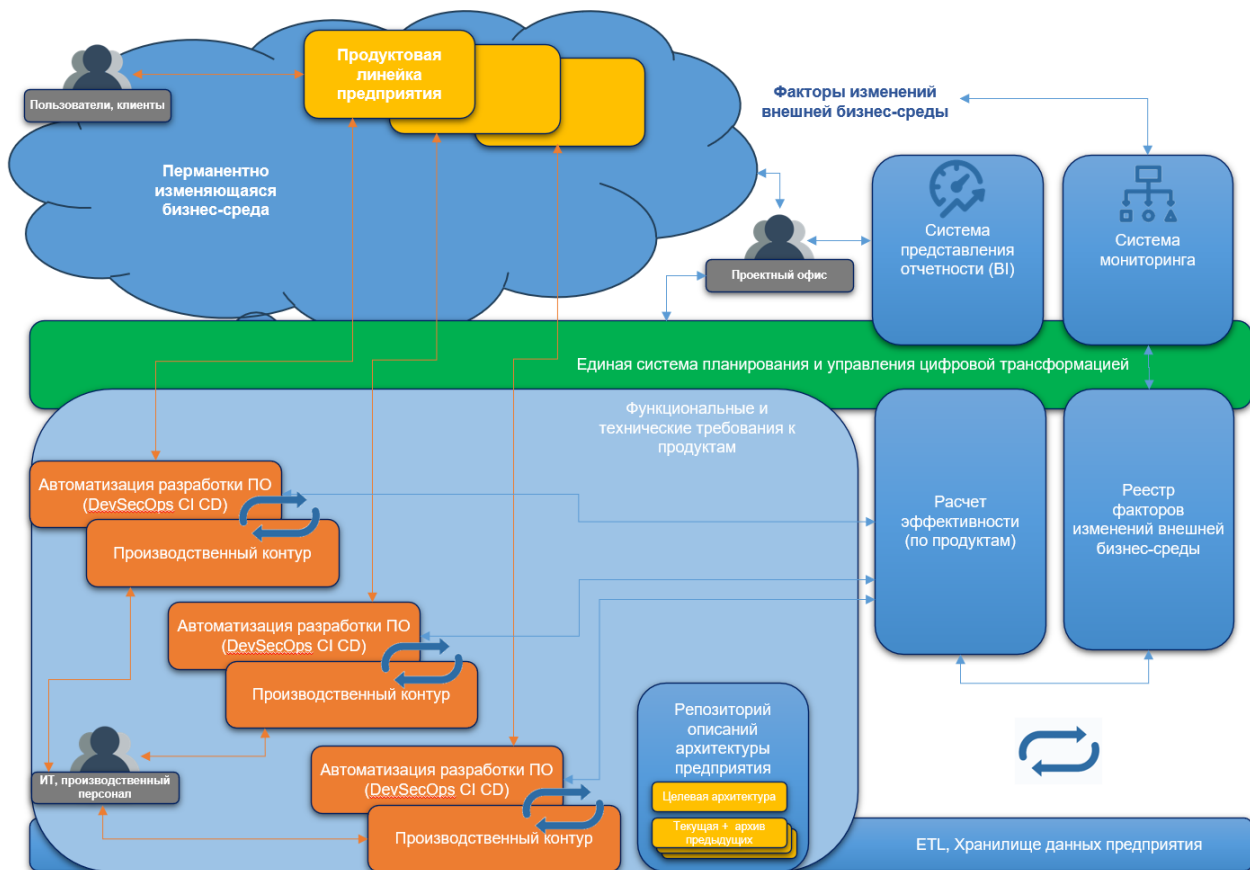


Рис. 1. - Структура систем управления цифровой трансформации на основе МУЦТ.

В рамках МУЦТ должно быть сформулировано и описано ряд методов, в рамках которых определены принципы, необходимые для обеспечения эффективности работы процессов управления цифровой трансформацией с учетом современных реалий и изменений бизнес-среды:

— **Метод продуктовой оценки эффективности цифровой трансформации в условиях постоянно изменяющейся бизнес-среды.** В рамках этого метода оценка эффективности проводится по каждому продукту отдельно с использованием финансовой модели экономической эффективности продукта и модели нефинансовых показателей его эффективности, рассчитываемой и пересчитываемой в процессе планирования и управления цифровой трансформацией с учетом следующих принципов:

- принципа продуктового подхода к оценке эффективности цифровой трансформации,
- принципа оперативного пересчета (мониторинга) показателей эффективности,
- принципа оперативного учета влияний факторов внешней бизнес-среды и функционально-технических параметров продукта на показатели эффективности цифровой трансформации.

Горизонт планирования цифровой трансформации и соответственно горизонт расчета и прогностики финансовой модели и модели нефинансовых

показателей выбирается равным прогнозной длительности жизненного цикла соответствующего продукта (Принцип выбора горизонта планирования цифровой трансформации). С учетом современных тенденций по сокращению жизненного цикла продуктов [10, 11], его ориентировочно можно брать равным 3-м годам. Научная новизна метода состоит в применении продуктового подхода к оценке эффективности цифровой трансформации, при котором оценка эффективности производится по каждому продукту предприятия. При этом модель оценки чувствительна к изменениям параметров внешней бизнес-среды и изменениям функциональных и технических характеристик продукта, подлежит пересчету при каждом их изменении как в базовом варианте, так и с учетом прогностики изменений параметров. Практическая ценность предложенного метода состоит в том, что он позволяет коммерческому предприятию оперативно получать оценку и прогноз эффективности его продуктовой линейки (а значит и общей эффективности коммерческой компании), что в свою очередь позволяет гибко и оперативно корректировать развитие продуктовой линейки с прогнозом оценки эффективности таких действий.

— ***Метод учета влияния факторов изменений бизнес-среды на эффективность продуктовой линейки предприятия с учетом взаимного влияния факторов.*** В рамках этого метода должно быть определено, что тенденции изменений бизнес-среды можно оценивать при помощи ряда факторов, характеризующих такие изменения. При этом необходимо учитывать, что изменения одних факторов могут влиять на другие. На основе статистики изменений факторов бизнес-среды и их взаимного влияния возможно строить прогностику сценариев поведения бизнес-среды и ее влияния на финансовую и не финансовую оценку эффективности продуктовой линейки с учетом следующих принципов:

- принцип учета факторов изменений внешней бизнес-среды при расчете моделей экономической эффективности и системы нефинансовых показателей эффективности продукта,
- принцип учета взаимного влияния факторов изменений внешней бизнес-среды,
- принцип прогностики сценариев поведения бизнес-среды и ее влияния на финансовую и не финансовую оценку продуктовой линейки.

Ряд параметров финансовой модели продукта, а также ряд параметров расчета нефинансовых показателей продукта зависит от определенного набора факторов изменений внешней бизнес-среды. Такое влияние можно учитывать как соответствующее приращение параметров моделей. Для каждого параметра моделей совокупное влияние факторов изменчивости бизнес-среды можно учитывать как поправочный коэффициент к приращению соответствующего параметра, отражающий вероятность события (приращения параметра). Сам коэффициент рассчитывается с учетом адаптированного к предметной области



математического аппарата построения деревьев причин (деревьев отказов, неисправностей) [12, 13, 14, 15, 16, 17]. Одновременно с построением и анализом деревьев возможно решать задачи повышения надежности систем (в нашем случае – повышения устойчивости к изменчивости внешней бизнес-среды) путем анализа минимальных сечений дерева с целью найти наиболее простые способы повышения устойчивости. Комбинация этих рассмотрений позволяет найти факторы с наибольшим влиянием, что важно для выработки наиболее эффективных стратегий повышения устойчивости к изменчивости бизнес-среды. Научная новизна метода состоит в применении новых принципов учета факторов изменений бизнес-среды и их взаимного влияния, а также в подходах расчета прогностики их состояния и развития. Практическая ценность метода состоит в том, что он позволяет коммерческому предприятию оперативно получать оценку факторов изменений внешней бизнес-среды, прогноз их изменений, на основе которого производить оценку (с учетом прогностики) эффективности продуктовой линейки (а значит и общей эффективности коммерческой компании), что в свою очередь позволяет гибко и оперативно корректировать развитие продуктовой линейки с прогнозом оценки эффективности таких действий.

— ***Метод учета влияния функционально-технических параметров на эффективность продукта.*** В рамках этого метода должен быть определен порядок учета инициатив по изменению функционально-технических характеристик продуктов, порядок расчета их влияния на эффективность, определен необходимый для этого математический аппарат, описана структура метода, сформулированы и описаны следующие принципы работы:

- принцип учета факторов изменений функционально-технических характеристик при расчете моделей экономической эффективности и системы нефинансовых показателей эффективности продукта,
- принцип учета взаимного влияния факторов изменений функционально-технических характеристик,
- принцип прогностики функционально-технических характеристик и их влияния на финансовую и не финансовую оценку продуктовой линейки.

Научная новизна метода состоит в применении новых принципов оценки эффективности продукта с учетом факторов изменений его функционально-технических характеристик, а также в подходах расчета прогностики их состояния и развития. Практическая ценность метода состоит в том, что он позволяет коммерческому предприятию оперативно получать оценку эффективности продукта в зависимости от изменений его функционально-технических характеристик, что позволяет гибко и оперативно корректировать развитие продуктовой линейки с прогнозом оценки эффективности таких действий.

— **Метод попродуктного планирования и управления цифровой трансформации.** В рамках этого метода должны быть сформулированы и описаны следующие принципы планирования и управления цифровой трансформацией, определена структура их работы:

- принцип попродуктного планирования и управления,
- принцип ориентации на конечного пользователя.

Научная новизна метода состоит в комплексном применении новых принципов планирования, управления и оценки эффективности цифровой трансформации с учетом описанных выше методов. Практическая ценность метода состоит в том, что он позволяет коммерческому предприятию более эффективно планировать трансформацию его продуктовой линейки, повышая и развивая ее конкурентоспособность.

— **Метод мониторинга выполнения цифровой трансформации и алгоритмы формирования рекомендаций для своевременной корректировки цифровой трансформации в условиях перманентно изменяющейся бизнес-среды.** В силу большого количества факторов изменений бизнес-среды и инициатив по изменению функционально-технических параметров продуктовой линейки предприятия, скорости их изменений и учитывая их влияние на эффективность проведения цифровой трансформации, целесообразно сместить фокус мониторинга цифровой трансформации на мониторинг самих факторов изменений бизнес-среды и инициатив по изменению функционально-технических параметров продукта и при выходе их влияния на эффективность цифровой трансформации за определенные рамки (определяется при пересчете моделей при каждом изменении соответствующего фактора) инициировать сигнал на запуск процессов корректировки цифровой трансформации. Для выполнения этих задач должны быть сформулированы и описаны структура метода и следующие его принципы:

- принцип продуктового подхода,
- принцип оперативного мониторинга влияния бизнес-среды и параметров продукта на эффективность цифровой трансформации.

Научная новизна метода состоит в применении новых принципов мониторинга цифровой трансформации. Практическая ценность метода состоит в том, что он позволяет коммерческому предприятию оперативно и более эффективно реагировать на изменения бизнес-среды и запросы на изменения параметров его продуктовой линейки, просчитывать влияние таких изменений на эффективность цифровой трансформации и конкурентоспособность и эффективность продуктовой линейки, а значит и самого предприятия в целом.

В силу сложности процессов управления, потенциально высокой частоты циклов пересмотра и корректировки планов цифровой трансформации весть процесс планирования, управления и корректировки целесообразно объединить в единую цепь управления, включая мониторинг, прогностику влияния внешних факторов на продуктовую линейку предприятия и на связанные с ними продукты и процессы, оперативную (он-лайн) оценку эффективности цифровой

трансформации и соответствующую оперативную корректировку ее проведения. Такую единую цепочку управления цифровой трансформацией целесообразно полностью или частично автоматизировать в виде информационной системы (или набора интегрированных компонентов) управления цифровой трансформацией, под управлением которой кроме стратегического управления вести управление проектами, автоматизацию разработки и другие цифровые компоненты.

Для накопления статистики для возможного последующего анализа средствами искусственного интеллекта (для выявления и последующего использования общих тенденций) целесообразно использовать Единый репозиторий, в который собирать статистику изменений параметров бизнес-среды из сторонних систем и источников, а также в обезличенном виде с разрешения соответствующих пользователей осуществлять сбор данных из различных проектов по управлению цифровой трансформации.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Куренков А.Л. Тенденции цифровой трансформации предприятий коммерческого сектора экономики. Научные труды ВЭО России / том 241. 2023. С. 239-250.
2. Куренков А.Л. Предпосылки и направления развития информационных систем планирования и управления цифровой трансформацией предприятий коммерческого сектора экономики. Инновации и Инвестиции №8. 2023. С. 129-132.
3. Кокуйцева Т.В., Овчинникова О.П. Методические подходы к оценке эффективности цифровой трансформации предприятий высокотехнологичных отраслей промышленности // Креативная экономика. – 2021. – Том 15. – № 6. – С. 2413-2430.
4. Кочетков Е.П., Забавина А.А., Гафаров М.Г. Цифровая трансформация компаний как инструмент антикризисного управления: эмпирическая оценка влияния на эффективность // Стратегические решения и риск-менеджмент. Т. 12. № 1. С. 68–81. DOI: 10.17747/2618-947X-2021-1-68-81. -2021.
5. Денисенко В.Ю. Мониторинг эффектов цифровых продуктов в условиях цифровой трансформации промышленных предприятий // Креативная экономика. – 2021. – Том 15. – № 5. – С. 1715–1724. doi: 10.18334/ce.15.5.11.
6. Уколов В.Ф., Афанасьев В.Я., Черкасов В.В. Ключевые эффекты цифровизации и возможные потери // Вестник университета. – 2019. – № 8. – с. 55-58.
7. Уринцов А.И., Староверова О.В. Инструментальные средства адаптации хозяйствующих субъектов к цифровой экономике -М.:ФГБУ ВО “РЭУ им. Г.В. Плеханова”, 2019.-164 с.
8. Ценжарик М.К., Крылова Ю.В., Стешенко В.И. (2020) Цифровая трансформация компаний: стратегический анализ, факторы влияния и модели. Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика. Т. 36. Вып. 3. С. 390–420.
9. Зеленков М.Ю. — Критерии и методы оценки эффективности цифровизации управления транспортно-логистическими системами // Тренды и управление. – 2019. – № 2. – С. 76 - 90.
10. Ускорение диффузии технологий и последствия. Электронный ресурс <https://habr.com/post/373271/> (дата обращения: 10.03.2023).
11. Никитин, А. В. Управление предприятием (фирмой) с использованием информационных систем: учебное пособие / А. В. Никитин, И. А. Рачковская, И. В. Савченко. – М. : Инфра-М, 2007. – С. 4.
12. ГОСТ Р 27.302-2009 Анализ дерева неисправностей. Электронный ресурс <https://meganorm.ru/Data2/1/4293814/4293814089.htm> (дата обращения 15.09.2023)
13. Сечин А.И. Мотодика оценки риска. Метод обследования типов отказов и анализ их последствий. Электронный ресурс <https://portal.tpu.ru/SHARED/s/SECHIN/first1/rty/Tab2/%D0%94%D0%B5%D1%80%D0%B5%>

[D0%B2%D0%BE%20%D0%BE%D1%82%D0%BA%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%B2.pdf](#)

(дата обращения 15.09.2023).

14. Осипова Н.А. Методы построения дерева событий и дерева отказов. Электронный ресурс <https://ppt-online.org/48768> (дата обращения 15.09.2023).
15. Дерево отказов как метод структурного анализа ФТА. Примеры внедрения. Электронный ресурс <https://www.itexpert.ru/rus/biblio/detail.php?ID=16266> (дата обращения 15.09.2023).
16. А.Ф. Берман, Н.Ю. Павлов, О.А. Николайчук. Метод синтеза и анализа деревьев отказов на основе понятий механизма и кинетики событий. Проблемы анализа риска, том 15, 2018, № 3. С. 62-77.
17. Анализ видов и последствий потенциальных отказов. FMEA. Ссылочное руководство. Перевод с английского четвертого издания от июня 2008 г.- Н. Новгород: ООО СМЦ «Приоритет», 2012. — 282 с.

УДК 004.057

*Лямин Ю.А., Романова Е.В.*

1. *к.т.н., с.н.с., БК ЦТвГУ НИИ «Восход» РЭУ им. Г.В. Плеханова, доцент, базовая кафедра АСОУ РТУ МИРЭА, j.lyamin@voskhod.ru*
2. *кафедра ПИиИБ РЭУ им. Г.В. Плеханова, romanova.ev@rea.ru*
- доцент, базовая кафедра АСОУ РТУ МИРЭА, romanova\_e@mirea.ru*

## **ДОСТОВЕРНОСТЬ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ РАЗНЫХ ТИПОВ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

В статье представлены материалы исследования классификации информационных систем (ИС) с точки зрения влияния на них достоверности исходных данных.

Актуальность исследования заключается в том, что на современном этапе развития общества собирается огромное количество первичных данных в различных информационных системах, которые зачастую нуждаются в повышении их достоверности.

На сегодняшний день существует большое разнообразие технологического и информационного инструментария, применяемого в информационных системах, что также вызывает необходимость оценки достоверности различных типов информационных систем. Особенно это становится критически важным для развития государственных информационных систем.

Выделены и описаны четыре класса ИС. Приведена формула оценки достоверности данных на основе используемых источников.

**Ключевые слова:** данные, достоверность, технологии, информационные системы, программные инструменты.

### **Введение.**

В этом году исполнилось 75 лет с момента создания первой ЭВМ, работающей на принципах архитектуры фон Неймана (Манчестерская малая экспериментальная машина — Манчестерский университет, Великобритания, 21 июня 1948 года). За это время кардинально изменилась технические возможности компьютеров, расширились области их применения, появились информационные системы и базы данных, без которых уже невозможно представить человеческую деятельность в любых областях — в науке, в промышленности, в управлении, в культуре. Неизменным осталось лишь несколько принципов — это сама архитектура фон Неймана, которую используют 99,9% современных компьютеров и требования к достоверности результатов, полученных на выходе информационных систем [1].

На современном этапе развития общества собирается огромное количество первичных данных в различных информационных системах [6], которые зачастую нуждаются в повышении их достоверности, в этом заключается актуальность исследования.

Говоря о достоверности данных, представленных в цифровом виде, чаще всего рассматривается вопрос о мере измерения достоверности, которая обычно сводится к классическим методам измерения коэффициентов ошибок, используемых для оценки качества передачи данных в сетях. Определяется коэффициент ошибок  $k^{ош}$ , по формуле 1.

$$k^{ош} = N^{ош} / N, \text{ где} \quad (1)$$

$N$  – общее число символов, переданных за интервал измерения;

$N^{ош}$  – число ошибочно принятых символов за интервал измерения.

Для оценки достоверности исходных данных часто используют единичные показатели достоверности информации, на основе доверительной вероятности необходимой точности. В этом случае достоверность оценивается как вероятность того, что в пределах рассматриваемого информационного множества — базы данных, массивы данных, множества отдельных показателей, и т.д. — отсутствуют грубые погрешности, приводящие к нарушению необходимой точности.

При рассмотрении информационных систем требования к достоверности как входной информации, так и к результирующей, не могут сводиться только к точности, поскольку у различных типов систем могут существовать свои требования и допустимые пороговые значения и отклонения, которые не приводят к существенному ухудшению функционирования.

Информационные системы можно классифицировать по целому ряду признаков, определяющих их особенности и функциональные возможности. Рассмотрим различные типы систем и их требования к достоверности входной и результирующей информации. Выделим следующие:

1. Технические и технологические системы, включая автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП) и системы интернет вещей (IoT).
2. Фактографические системы.
3. Информационно-поисковые системы.
4. Системы поддержки принятия решений и информационно-аналитические системы с использованием инструментов искусственного интеллекта (ИИ).

Для каждого типа систем существуют свои требования к достоверности и свои методы обеспечения требуемой достоверности данных, включая требования к достоверности источников данных. При этом ограничимся рассмотрением внешнего окружения систем, не углубляясь в их архитектуру и конкретные программно-технические решения.

#### **Технические и технологические системы.**

Для систем этого типа вопрос достоверности определяется качеством данных, поступающих с внешних источников (датчики, оперативные действия

персонала, качество линий связи). Для систем подобного типа вопросы повышения качества входных данных уже решены. Обеспечивается это средствами дублирования датчиков с ранжированием их достоверности в зависимости от времени эксплуатации, резервирование критических элементов системы с автоматическим переключением в случае отказа или значительного ухудшения точности входных данных. Для подобных систем важным является результатная деятельность, которая должна обеспечиваться на основе обработки входных данных. Выделим три группы подобных систем в зависимости от их важности:

- Системы, обеспечивающие функционирование критически важных объектов (крупные гидроузлы, химические и металлургические производства, атомные электростанции, различные предприятия нефтегазового, ядерно-топливного и оборонного комплекса, надводные и воздушные транспортные системы, а также объекты критической информационной инфраструктуры). Для них достоверность должна быть предельно близка к единице. Соответственно требования к уровню импортозамещения элементов этой сферы должен быть близок к 100%. [1]

- Системы, обеспечивающие жизнедеятельность предприятий, организаций, жилищно-эксплуатационного фонда. В этом случае обычно не возникает требований и допускается их временные краткосрочные остановки (несколько часов). Достоверность снижается до уровня 0,95-0,98 и требование по импортозамещению также снижается до 70-80%.

- Системы обеспечения сферы услуг (рестораны, кинотеатры, кафе, и др.), временная остановка которых создает определенный дискомфорт, но не имеет серьезных последствий. Достоверность снижается до уровня 0,9-0,94 и требование по импортозамещению также снижается до 50-60%.

#### **Фактографические системы.**

Аналогичным образом можно рассмотреть отдельные элементы этих систем. В отличие от предыдущих систем, где основным источником снижения достоверности являются источники объективных данных, то в случае фактографических систем источниками являются либо другие информационные системы или результаты их работы, либо данные, поступающие в систему от персонала. В последнем случае появляются риски, связанные с некорректными данными и искажениями, вводимыми в систему. Поэтому целесообразно рассматривать не столько достоверность информации, сколько меру доверия к этой информации, поскольку результаты фактографических систем не влияют непосредственно на функционирование тех или иных объектов, а используются людьми для их последующей работы.

К объектам, степень доверия к которым близка к 1, можно отнести государственные информационные системы, базы данных этих систем, порталы государственных услуг, государственные регистры, реестры, кадастры. Информация, попадающая в эту категорию, многократно проверяется, а отдельные ошибки или искажения очень быстро исправляются.

Уровень доверия к фактографическим системам отдельных предприятий и организаций соответствует к уровню доверия к самим предприятиям. Учитывая,

что в последнее время появилось много мошенников, информация из этих систем нуждается в дополнительной проверке, в том числе по информационным источникам, упомянутым выше.

### **Информационно-поисковые системы (ИПС).**

Уровень достоверности информации из этих систем очень сильно связан с их профилем. К ним относятся ИПС общего назначения, например, интернет-поисковики, вертикальные и мета ИПС, специализированные ИПС, например, справочно-правовые системы.

Достоверность информации, полученной в результате запросов в таких справочно-правовых системах как «Гарант» или «Консультант Плюс», приближается к 1, поскольку база данных, по которой осуществляется поиск, представляют официальную правовую информацию. Уровень доверия близок к 100%, при условии, что вы работаете с последней обновленной версией системы. Можно гарантировать, что вам будут представлены последние актуальные версии законодательных актов.

В отличие от них, такие поисковики как Яндекс или Гугл высокую степень достоверности обеспечить не могут, что объясняется той информационной базой, на основе которой осуществляется поиск. База данных этих систем формируется путем сканирования множества сайтов, многие из которых несут недостоверную информацию, а часть сайтов может не входить в перечень просматриваемых.

Интересное исследование было проведено в 2022 году компанией «Ашманов и партнеры» о предпочтениях пользователей Интернет по использованию поисковых систем в такой достаточно широкой области, как онлайн-торговля [3].

Отмечалось, что выбор того или иного продавца во многом определяется доверием на основе позитивного опыта — наиболее важный фактор при выборе сайта в поисковой выдаче. Несмотря на то, что покупатели чаще используют поисковики Яндекс и Гугл для поиска акций и скидок, при выборе сайта в поисковой выдаче доверие и лояльность оказываются важнее, чем желание сэкономить. Покупатели скорее кликнут на знакомый сайт, где покупали ранее (36%), чем на сайт, предлагающий акции и скидки (15%); скорее перейдут на официальный сайт бренда (13%) или на сайт с высоким рейтингом (11%), чем на сайт с «самыми низкими ценами» (8%).

Указанный подход, базирующийся на опросах пользователей, сам вносит элемент ошибки за счет неизбежных статистических погрешностей. Таким образом, говорить об уровне доверия к поисковым системам довольно тяжело. Вместо этого можно говорить об уровне доверия к сайтам, на которые ведут поисковые системы.

Запрос общего характера обязательно выведет вас на Википедию. Среди специалистов ссылка на статьи Википедии считается чем-то неприличным, поскольку этот ресурс предназначен для первичного ознакомления с вопросом на любительском уровне. Одна из причин, что Википедию может исправлять любой желающий, и не всегда эти исправления корректны. Она может рассматриваться как промежуточный пункт для последующего поиска по

имеющимся ссылкам. В этой связи Википедию можно рассматривать как один из объектов импортозамещения.

### **Системы поддержки принятия решений и информационно-аналитические системы с использованием инструментов ИИ.**

В последнее время все больше внимания уделяется системам, построенным на инструментарии нейросети типа GPT (Generative Pre-trained Transformer). При этом некоторые «эксперты» предполагают, что внедрение подобных систем позволит избавиться от множества аналитиков, которые сейчас работают в данной сфере.

Мы не будем останавливаться на достоинствах ИИ, но отметим, что полученные результаты сильно зависят от объема используемой информационной базы и от ее источников. Если в качестве подобных источников используются сайты класса Википедия, то степень доверия к результирующей информации будет существенно снижаться. Кроме того, в подобных системах может существовать достаточно тенденциозный выбор источников для проведения анализа и формирования результатов.

Если выстроить возможные источники по уровням достоверности и доверия, то получается следующая картина:

- Информационные источники о законах и актуальных правовых актах – степень доверия 99% (оставим один процент на случайные опечатки);
- Источники на основе официальных изданий государственных научных организаций, статьи и монографии, индексируемые в ядре РИНЦ и вошедшие в перечень ВАК степень доверия 83% (по результатам мониторинга, проведенного по заказу РАН в августе 2022 года силами Института психологии РАН и социологической группы ЦИРКОН) [5];
- Информация порталов и сайтов различных органов власти – степень доверия от 58 до 87% (по рейтингу работы госорганов в интернете, выполненной АНО «Диалог»
- Информация, относящаяся к той информационной базе, на которой базируются поисковики типа Яндекс и Гугл – степень доверия ниже 50% (экспертная оценка авторов) [4].

Исходя из представленных данных, можно оценить уровень достоверности аналитических прогнозов, выполняемых системами ИИ на основании распределения источников для информационной базы ИИ по простой формуле 2.

$$D = (N_1 \times D_1 + N_2 \times D_2 + N_3 \times D_3 + N_4 \times D_4) \div N, \text{ где} \quad (2)$$

N- общее количество источников,

$N_1 - N_4$  – число источников каждого типа,

$D_1 - D_4$  – степень доверия для каждого типа источника.

Это весьма грубая предварительная оценка, но даже на ее основе можно сделать вывод, что полностью полагаться на аналитику на основе ИИ нельзя из-за отсутствия детальной информации об информационных источниках в базе ИИ.



## **Заключение.**

В статье затронуты только некоторые аспекты оценки достоверности данных. Авторы рассмотрели лишь небольшую часть типичных представителей информационных систем с точки зрения влияния достоверности исходных данных. В перспективе будут рассмотрены такие системы как:

- системы электронного документооборота,
- финансово-экономические системы,
- геоинформационные и логистические системы.

Однако к ним также может быть применен, изложенный в статье подход по определению уровня достоверности данных и уровня доверия к информации этих систем.

## **ЛИТЕРАТУРА:**

1. Указ Президента Российской Федерации от 30.03.2022 № 166 “О мерах по обеспечению технологической независимости и безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации”

2. The Manchester Small Scale Experimental Machine -- "The Baby". [Электронный ресурс] — <http://curation.cs.manchester.ac.uk/computer50/> [www.computer50.org/mark1/new.baby.html](http://www.computer50.org/mark1/new.baby.html)

3. Исследование. Путь покупателя в онлайн-торговле: Роль поисковых систем в изучении товаров перед покупкой в 2022 году. [Электронный ресурс] — <https://www.ashmanov.com/research-customer-journey-1/>

4. AdIndex [Электронный ресурс] — <https://adindex.ru/news/researches/2022/10/6/306970.phtml?ysclid=lp9mong03v342185393>

5. Эксперты составили рейтинг работы госорганов в интернете — РБК. [Электронный ресурс] — <https://www.rbc.ru/politics/28/12/2022/63ab101b9a7947564b71b03d>

6. Лямин Ю.А., Романова Е.В. Первичные данные в информационных системах /сборник научных трудов XXIV Международной научной конференции «Инжиниринг предприятий и управление знаниями (ИП&УЗ-2021)» под науч. ред. Ю.Ф. Тельнова. Москва: ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г. В. Плеханова», 2021. с.149-152

**УДК 519.87**

*Марков Е.П.*

*К.т.н., преподаватель, ВШМ СПбГУ, СПб*

## **МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТОВ**

Разработана математическая модель, позволяющая рассчитывать априорную эффективность проектов до их начала. Проведена предварительная верификация модели на исторических данных предприятий машиностроения и радиоэлектроники.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** управление проектами, цель проекта, эффективность проекта

### **Постановка задачи**

Проектный подход к управлению процессами, требующими достижения поставленной уникальной цели к определенному сроку, широко применяется в самых разнообразных предметных областях. Популярность проектного подхода обусловлена наличием международных, национальных и отраслевых стандартов и методик, удобством и сравнительной простотой обучения и использования, разработанным прикладным инструментарием и специализированным программным обеспечением. Наиболее распространённой в мире методикой на сегодня является PMBok [1].

Однако, источники [2-4] отмечают, что значительная часть начинаемых проектов заканчивается неудачей (недостижением поставленной цели) или сдвигом срока реализации вправо. Линч, посвятивший изучению этого вопроса значительную часть своей монографии [4], приводит вполне удручающую статистику:

- 30% проектов завершаются неудачей;
- 35% проектов завершаются с превышением планового срока реализации.

Вполне очевидно, что главной причиной низкой эффективности проектного управления является важнейшее свойство, заложенное в определение понятия «проект» – требование достижения уникальной цели, то есть того, что ранее не делалось.

Существующие методы оценивания проектов основываются на анализе финансовых показателей и трудоемкости. Модели, позволяющие получить комплексную оценку качества проекта (эффективность) отсутствуют. При этом очевидно, что особенную ценность представляет априорная оценка эффективности проекта.

В связи этим, возникает актуальная задача – как определить эффективность будущего проекта априори, до его начала. Для решения этой задачи была разработана математическая модель, представленная в данной статье.

#### **Математическая модель**

Для любого проекта перед его началом определяется его главная цель, которая достигается через целенаправленный процесс, обеспечивающий создание результата проекта (материального или не материального). Прогнозируемая обобщенная ценность и качество проекта должны измеряться по степени достижения его главной цели.

Степень достижения цели проекта, измеренная в понятных численных показателях, является объективным критерием качества проекта и пригодна для принятия управленческих решений при его инициации и реализации.

Модель оценивания эффективности проекта может быть создана в рамках теории эффективности целенаправленных процессов (ТЭЦП) [5].

Приведем основные термины ТЭЦП и определим их применимость для использования в сфере управления проектами.

Операция – упорядоченная совокупность взаимосвязанных действий, направленных на достижение определенной цели – хорошо согласуется с определением проекта, операция – это проект.

Цель – желаемый (требуемый) исход операции – то же, что и цель проекта.

Целевой эффект операции – результат проведения операции – результат реализации проекта.

Целеустремленная техническая система (ЦУТС) – множество взаимосвязанных материальных объектов (технических средств и обслуживающих их групп людей), непосредственно участвующих в проведении операции и объединенных общей целью – организационная структура предприятия, созданная для реализации проекта, а также совокупность необходимых технических средств и специалистов.

Целенаправленный процесс функционирования системы (ЦПФС) – операция, реализуемая ЦУТС – проект.

Эффективность – комплексное операционное свойство ЦПФС, характеризующее его пригодность к достижению цели операции ЦУТС – достижение поставленной цели проекта определяет его эффективность.

Операционная система (ОС) – совокупность объектов (материальных и нематериальных), во взаимодействии которых реализуется операция.

Операционный комплекс (ОК) – совокупность объектов, включающая в себя в операционную систему, суперсистему и окружающую среду.

Окружающая среда (ОКС) – совокупность объектов, не входящих в операционную систему, непосредственного участия в операции не принимающих, но обуславливающих операционную ситуацию и оказывающих влияние на ЦПФС и его исход. Окружающая среда есть совокупность условий функционирования системы (УФС) и условий применения системы (УПС).

Качество – это совокупность свойств объектов, обуславливающих их пригодность для использования по назначению. Каждое из свойств объекта может быть описано количественно с помощью некоторой переменной, значение которой характеризует меру (интенсивность) его качества относительно этого свойства. Такие свойства называют операционными свойствами. Этот термин подчеркивает принадлежность столь важных свойств к операции. К операционным свойствам ЦПФС относятся:

- результативность;
- ресурсоемкость;
- оперативность.

Эффективность – комплексное операционное свойство целенаправленного процесса, характеризующее его приспособленность к достижению цели проводимой операции. Эффективность порождается совокупностью перечисленных операционных свойств.

Эффективность проекта определяется, как трехкомпонентный вектор, состоящий из частных показателей качества проекта:

$$Y_{<3>} = \langle Y_{<n1>}^{(1)}, Y_{<n2>}^{(2)}, Y_{<n3>}^{(3)} \rangle = \langle V_{<n1>}, R_{<n2>}, T_{<n3>} \rangle, \quad (1)$$

где  $Y_{<n1>}^{(1)} = V_{<n1>}$  – результативность проекта, отражающая количественную оценку результата проекта (конечного продукта);

$Y_{<n2>}^{(2)} = R_{<n2>}$  – ресурсоемкость, показывающая суммарные затраты операционных ресурсов всех видов;

$Y_{<n3>}^{(3)} = T_{<n3>}$  – оперативность, показывающая суммарные затраты операционного времени, потребного для выполнения проекта.

Каждый компонент комплексного показателя качества проекта зависит от характеристик самого проекта, характеристик организации, требуемых и фактических условий реализации проекта:

$$Y_{<3>} = Y_{<3>}(A'_{<k'>}, A''_{<k''>}, B'_{<l'>}, B''_{<l''>}) = Y_{<3>}(A_{<k>}, B_{<l>}), \quad (2)$$

где  $A'_{<k'>} = A'_{<k'>}(B'_{<l'>}, B''_{<l''>})$  – операционные параметры проекта;

$A''_{<k''>} = A''_{<k''>}(B'_{<l'>}, B''_{<l''>})$  – операционные параметры организации, реализующей проект;

$B'_{<l'>}$  – факторы организации, влияющие на проект;

$B''_{<l''>}$  – факторы внешней среды, влияющие на проект.

Для того чтобы оценить эффективность проекта, необходимо задать целевые ориентиры – такие количественные значения частных показателей качества проекта, которые необходимо достигнуть, чтобы получить требуемый комплексный показатель качества проекта:

$$Y_{\langle 3 \rangle}^{\partial} = \langle V_{\langle n1 \rangle}^{\partial}, R_{\langle n2 \rangle}^{\partial}, T_{\langle n3 \rangle}^{\partial} \rangle, \quad (3)$$

где  $V_{\langle n1 \rangle}^{\partial}$  – требуемая результативность проекта;

$R_{\langle n2 \rangle}^{\partial}$  – требуемая ресурсоемкость проекта;

$T_{\langle n3 \rangle}^{\partial}$  – требуемая оперативность проекта;

При этом компоненты вектора допустимых значений результатов проекта зависят от условия применения проекта:

$$Y_{\langle 3 \rangle}^{\partial} = Y_{\langle 3 \rangle}^{\partial}(B_{\langle l'' \rangle}^{\prime\prime}). \quad (4)$$

Имея требуемые и фактические значения эффективности проекта, остается определить критерий сравнения и выбора.

Можно использовать три класса критериев.

- критерий пригодности;
- критерий оптимальности;
- критерий превосходства:

Цель проекта в формальной записи при условии использования критерия пригодности заключается в выполнении следующего граничного условия:

$$G: Y_{\langle 3 \rangle} \in \{Y_{\langle 3 \rangle}^{\partial}\} \cong U. \quad (5)$$

При учете реальных характеристик проекта на практике не удастся получить их точные количественные значения, вследствие чего векторы  $A_{\langle k \rangle}$  и  $B_{\langle l \rangle}$  становятся случайными. Следовательно, вектор  $Y_{\langle 3 \rangle}$  также является вероятностным. Более того, область допустимых значений  $Y_{\langle 3 \rangle}^{\partial}$ , зависящая от факторов внешней среды  $B_{\langle l'' \rangle}^{\prime\prime}$  также случайна. Таким образом:

$$\begin{aligned} \hat{Y}_{\langle 3 \rangle} &= Y_{\langle 3 \rangle}(\hat{A}_{\langle k' \rangle}^{\prime}, \hat{A}_{\langle k'' \rangle}^{\prime\prime}, \hat{B}_{\langle l' \rangle}^{\prime}, \hat{B}_{\langle l'' \rangle}^{\prime\prime}), \\ \hat{Y}_{\langle 3 \rangle}^{\partial} &= Y_{\langle 3 \rangle}^{\partial}(\hat{B}_{\langle l'' \rangle}^{\prime\prime}), \\ G: \hat{Y}_{\langle 3 \rangle} &\in \{\hat{Y}_{\langle 3 \rangle}^{\partial}\} \cong U. \end{aligned} \quad (5)$$

Как следует из этих выражений, пригодность проекта есть случайное событие, по которому непосредственно судить о его качестве нельзя. Поэтому характеристикой эффективности проекта может служить вероятность случайного события:

$$P_{\text{дц}} = P(\hat{Y}_{\langle 3 \rangle} \in \{\hat{Y}_{\langle 3 \rangle}^{\partial}\}). \quad (7)$$

Величина  $P_{\text{дц}}$  называется вероятностью достижения цели проекта и является показателем эффективности проекта. На рисунке 1 приведена обобщенная структурная схема оценивания эффективности проекта в парадигме ТЭЦП.

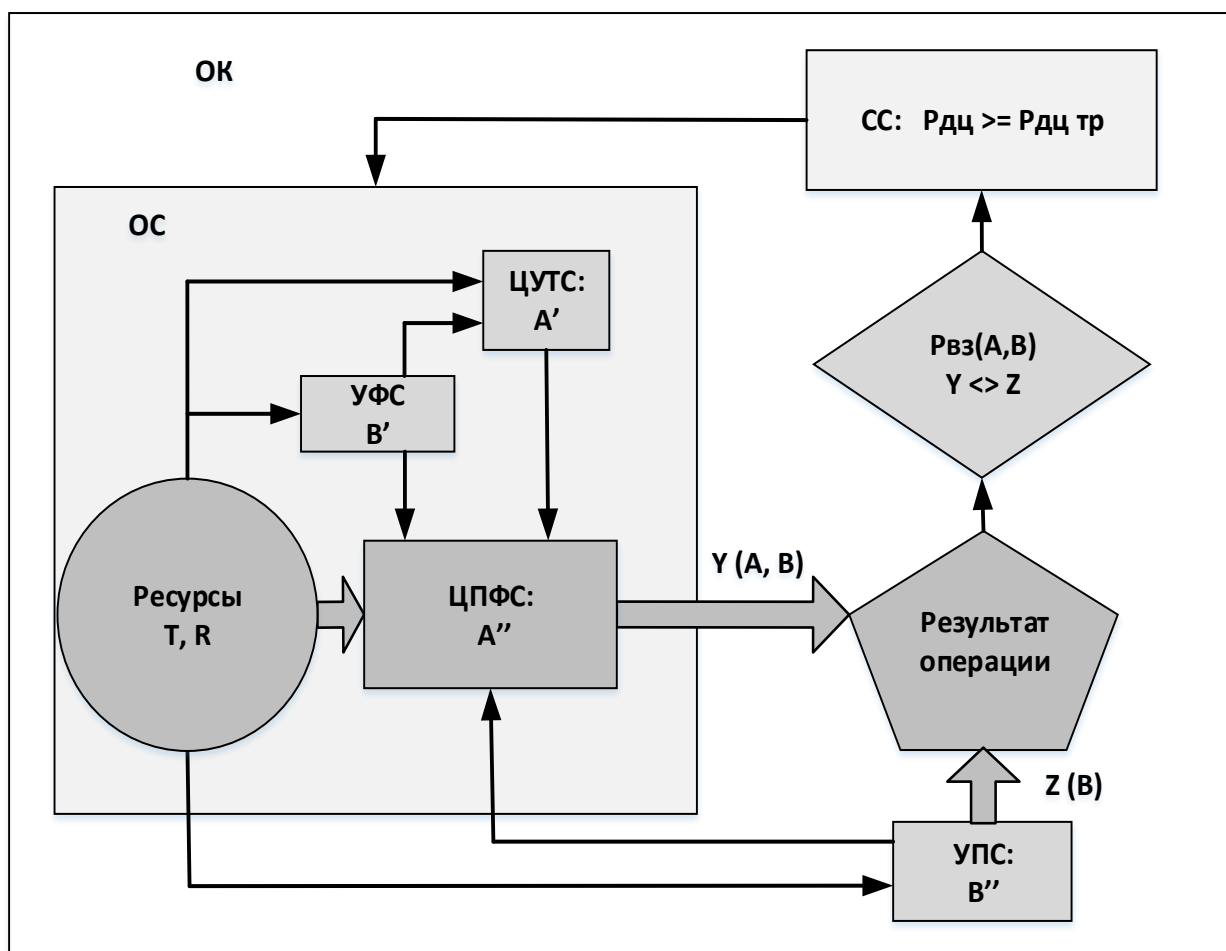


Рисунок 1 – Структурная схема операционного комплекса ТЭЦП

### Реализация стохастической модели

Математическая модель эффективности проектов может быть детерминированной, квазирегулярной или стохастической. Рассмотрим пример стохастической модели проекта разработки радиотехнического устройства на специализированном предприятии.

В данной модели результативностью проекта является точность реализации технического задания ( $\hat{v}$ ). Оперативность – затраты времени ( $\hat{\tau}$ ), необходимым для выполнения работ проекта. Для упрощения модели из-за ограниченного объема статьи будем считать, что на реализацию проекта расходуются все выделенные ресурсы – в этом случае возникает эффект поглощения частного показателя ресурсоемкости [5].

Пусть результативность будет нормирована на интервале  $[0,1]$ , а оперативность измеряется в месяцах. Тогда эффективность реализации проекта есть двухкомпонентный случайный вектор:

$$\hat{Y}_{\langle 2 \rangle} = \langle \hat{v}, \hat{\tau} \rangle. \quad (8)$$

Комплексным показателем качества проекта является вероятность  $P_{\text{дц}}$  выполнения проекта, которая определяется выражением

$$P_{\text{дц}} = P[(\hat{v} \leq v_d) \cap (\hat{\tau} \leq \tau_d)] = F_{\langle \hat{v}, \hat{\tau} \rangle}(v_d, \tau_d), \quad (9)$$

где  $v_d$  – директивное значение точности конструкторской документации;

$\tau_d$  – директивное значение длительности работ проекта;

$F_{\langle\hat{v},\hat{\tau}\rangle}(v,\tau)$  – функция распределения случайного вектора  $\langle\hat{v},\hat{\tau}\rangle$ .

Длительность реализации проекта состоит из технологического операционного времени  $\hat{\tau}_0$  на разработку документации и времени  $\hat{\tau}_1$ , определяющего задержки, вызванные различными причинами. Точность реализации технического задания  $\hat{v}$  увеличивается с ростом  $\hat{\tau}_0$ , но при минимальных временных затратах  $\tau'_0$  точность  $\hat{v}$  минимальна и с увеличением  $\hat{\tau}_0$  монотонно возрастает. Следовательно, имеет место линейная зависимость между результативностью и оперативностью проекта:

$$\hat{\tau} = a\hat{v} + \hat{\tau}_1, \quad (10)$$

где  $a = \frac{\tau_0}{v}$  – агрегат.

Временная задержка  $\hat{\tau}_1$  вызвана внешними и внутренними причинами при реализации проекта и не связана с точностью реализации проекта. Поэтому, для упрощения расчетов примем, что проект реализуется без задержек, тогда:

$$\hat{\tau} = \hat{\tau}_0 = a\hat{v}. \quad (11)$$

В этом случае носитель распределения случайного вектора  $\hat{Y}_{\langle 2 \rangle} = \langle\hat{v},\hat{\tau}\rangle$  есть заштрихованная область на рисунке 2. От агрегата  $a$  зависит «производительность» роста точности документации проекта, и, в конечном итоге, полученное в ходе реализации проекта значение показателя результативности. Так как оперативность и результативность связывает линейное соотношение, производительность внутри проекта постоянна, но возможны различные реализации проекта (рисунок 2).

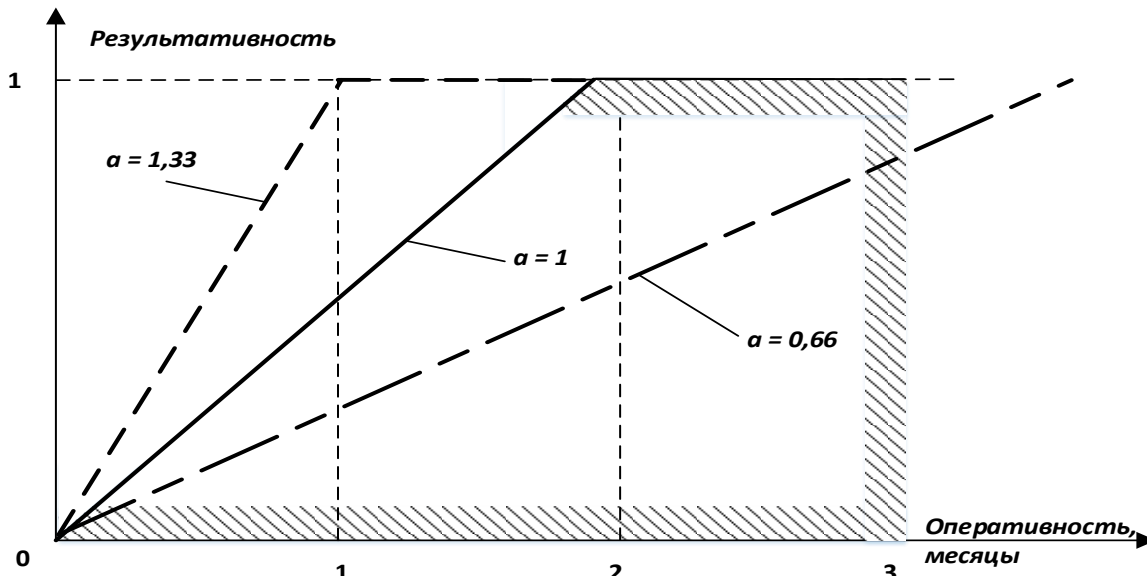


Рисунок 2 – Варианты распределения модели эффективности проекта

Вероятностной моделью возможного значения результативности – точности реализации проекта может служить четырехпараметрическое бета – распределение, позволяющее моделировать множество вариантов распределения ограниченных случайных величин:

$$\varphi_{\hat{v}}(v) = \frac{(v-v')^{\eta}(v''-v)^{\rho} \Pi(v;v',v'')}{B(\eta+1,\rho+1)(v''-v')^{\eta+\rho+1}}, \quad (12)$$

где  $v'',v'$  – границы интервала распределения;

$\eta,\rho$  – параметры формы распределения;

$B(\eta+1,\rho+1)$  – бета-функция (интеграл Эйлера 1 рода).

Так как в качестве модели результативности использована точность реализации технического задания на проектирование, имеющее смысл величины отклонения от эталона (ошибки), используем вариант распределения с параметрами формы  $\eta = 0$ ,  $\rho = 0$  и параметрами положения  $v' = v$  и  $v'' = 1$ . Тогда плотность распределения случайной величины ( $\hat{v}$ ) принимает вид:

$$\varphi_{\hat{v}}(v) = \frac{\Pi(v; v', 1)}{1 - v'} \quad (13)$$

На рисунке 3 показана реализация этой формулы с указанными параметрами. «Настройка» модели под конкретную реализацию того или иного проекта осуществляется путем изменения левой границы  $v' = v$  значимого интервала плотности распределения.

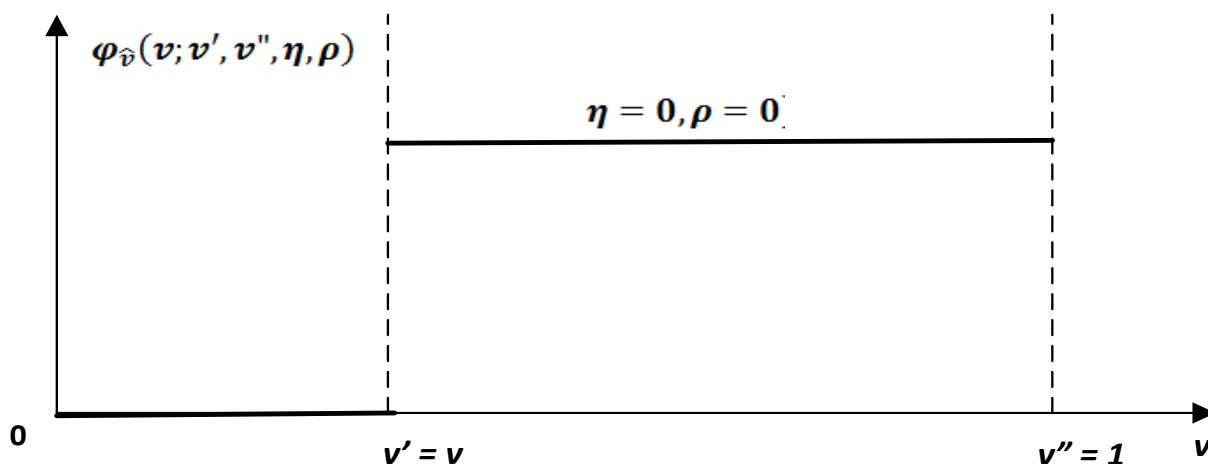


Рисунок 3 – Плотность распределения результативности проекта

Так как закон распределения показателя результативности ( $\hat{v}$ ) известен, а показатель оперативности ( $\hat{\tau}$ ) связан с ним линейным выражением, согласно теореме о главной компоненте [6], закон распределения целевого эффекта проекта определяется выражением:

$$F_{(\hat{v}, \hat{\tau})}(v, \tau) = F_{\hat{v}}\left(\frac{\tau}{\alpha}\right) - F_{\hat{v}}(v) = \frac{\tau - v}{1 - v} \Pi(v; v', 1) \Pi(\tau; av, a) + \left[ \frac{1 - v}{1 - v'} \Pi(v; v', 1) + \Delta(v' - v) \right] \Delta(\tau - a) + \left[ \frac{\tau - av'}{a - av'} \Pi(\tau; av', a) + \Delta(\tau - a) \right] \Delta(v' - v) + \Delta(v' - v) \Delta(\tau - a). \quad (17)$$

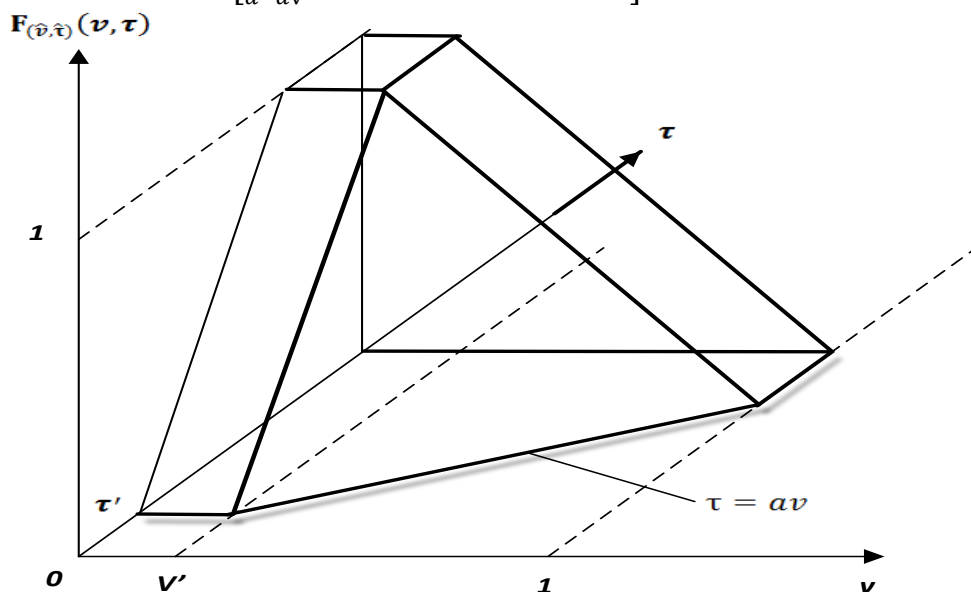


Рисунок 4 – Функция распределения эффективности проекта

## Верификация модели

Для проверки релевантности модели были использованы исторические данные проектов разработки и модернизации радиоэлектронного оборудования производственного предприятия, расположенного в Санкт-Петербурге. Выборка составила 14 проектов, различного масштаба и длительности. Для каждого проекта удалось получить точные значения оперативности реализации проекта (договорной и фактический срок завершения) и экспертные оценки результативности – процентной доли полноты реализации технического задания на разработку изделия. Результаты моделирования представлены в таблице 1.

Таблица 1 –Исторические данные завершенных проектов

№	$v_d$	$v$	$ v_d - v , \%$	$\tau_d, \text{мес.}$	$\tau, \text{мес.}$	$ \tau_d - \tau , \text{мес.}$	$ \tau_d - \tau , \%$
1	1	0,95	5,0	12	15	3	25,0
2	1	0,88	12,0	12	13	1	8,3
3	1	0,88	12,0	12	14	2	16,7
4	1	0,69	31,0	24	28	4	16,7
5	1	0,92	8,0	16	19	3	18,8
6	1	0,96	4,0	18	20	2	11,1
7	1	0,95	5,0	12	13	1	8,3
8	1	0,85	15,0	24	25	1	4,2
9	1	0,78	22,0	18	21	3	16,7
10	1	0,94	6,0	24	23	1	4,2
11	1	0,83	17,0	18	19	1	5,6
12	1	0,90	10,0	30	35	5	16,7
13	1	0,92	8,0	18	20	2	11,1
14	1	0,90	10,0	24	26	2	8,3

На рисунке 5 представлена апостериорная реализация модели эффективности проектов на основании данных для 14 вариантов реализации проектов.

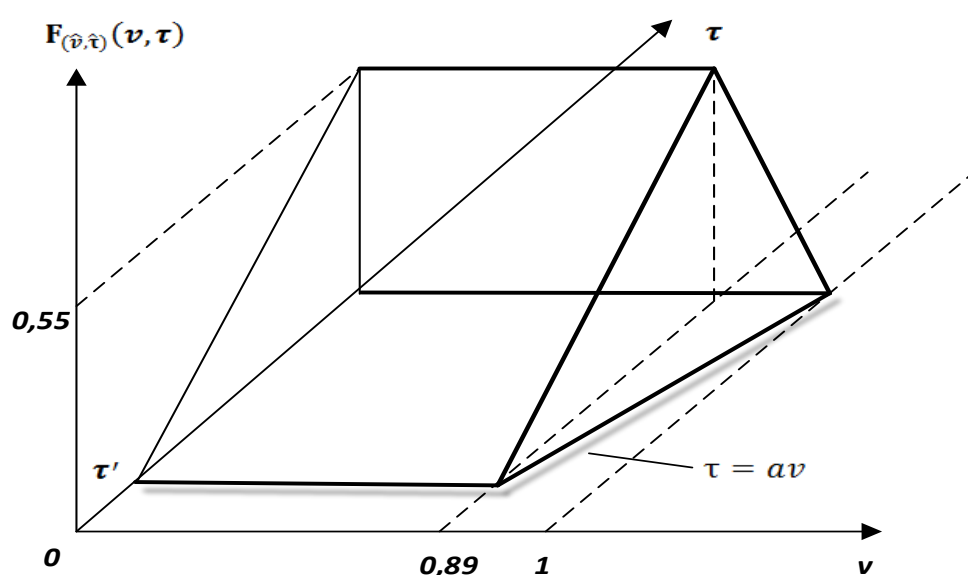


Рисунок 4 – Апостериорная функция распределения эффективности 14 проектов



Из рисунка видно, что максимальная вероятность достижения цели проектов для модели, адаптированной согласно результатам обработки данных не может быть выше 0,55:

$$P_{\text{дц}} \leq 0,55.$$

При подстановке значений параметров  $v_d = 0.92$  и  $\tau' = 2$  вероятность достижения цели проекта  $P_{\text{дц}} = 0.17$ .

При подстановке значений параметров  $v_d = 0.45$  и  $\tau' = 4$  вероятность достижения цели проекта  $P_{\text{дц}} = 0.51$ .

### **Выводы**

Представленная в работе стохастическая математическая модель эффективности проектов, разработанная на основе теоретического аппарата ТЭЦП, позволяет получать априорные расчетные значения комплексного показателя качества будущего проекта – вероятность достижения цели проекта.

Стохастические модели эффективности проектов характеризуются сложностью разработки и простотой применения, так как требуют задания всего нескольких синтетических параметров.

Верификация модели приведена на ограниченном наборе данных одного типа. Необходимо продолжить работу по верификации модели за счёт расширения набора данных хотя бы до 10-12 исследованных предприятий.

### **ЛИТЕРАТУРА:**

1. Стандарт PMBOK [Электронный ресурс]. URL: PMBOK Guide | Project Management Institute (pmi.org)
2. Гебриаль В.Н. Анализ основных причин неудач при реализации информационных проектов Вестник Башкирского университета. 2008. Т. 13. № 2. С. 387-390.
3. Судакова Л.Ю. Опыт управления проектами внедрения, эксплуатации и модернизации корпоративных информационных систем. Финансы и кредит. 2012. № 32 (512). С. 18-28.
4. Линч Л. Вовремя и в рамках бюджета. Управление проектами по методу критической цепи / Л. Линч; пер. с англ. – М.: Альпина Паблишерз, 2010. – 354 с.
5. Петухов Г.Б., Якунин В.И. Методологические основы внешнего проектирования целенаправленных процессов и целеустремленных систем. – М.: АСТ, 2006. – 504 с.
6. Мокеев В.В. Метод главных компонент и метод собственных состояний в задачах анализа и прогнозирования. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2014. – 138 с.

УДК 519.876.5; 303.732

*Маторин С.И. Жихарев А.Г. Дмитриева Ю.В.*

*1.Д.т.н, профессор, профессор, НИУ «БелГУ», Белгород*

*2.Д.т.н, доцент, зав. кафедрой НИУ «БелГУ», Белгород*

*3.Аспирант НИУ «БелГУ», г. Белгород*

## **СИСТЕМНО-ОБЪЕКТНОЕ ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ**

В работе рассматривается понятие «цифровой двойник», актуальность создания цифровых двойников и тот факт, что их основу составляют имитационные модели объектов и процессов. Рассматриваются возможности нового оригинального метода системно-объектного имитационного моделирования (СОИМ). Представлены содержательные

элементы аппарата исчисления функциональных объектов, лежащего в основе СОИМ. Описаны возможности программного инструментария UFOModeler, реализующего метод СОИМ и преимущества данной технологии. Сделаны выводы о целесообразности применения технологии СОИМ при создании цифровых двойников в частности элементов образовательного процесса.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** цифровые двойники; имитационное моделирование; системно-объектный подход; системно-объектное имитационное моделирование.

Технология цифровых двойников рассматривается в числе лидеров среди технологических циклов с 2018 года. В настоящее время данная технология интенсивно развивается.

Цифровой двойник — это цифровая (виртуальная) модель любых объектов, систем, процессов или людей. Она точно воспроизводит форму и действия оригинала. Существует множество определений цифрового двойника. В работе [1] приведены самые распространенные определения, а также указаны их авторы. В настоящее время внедрение цифровых двойников рассматривается как одно из ключевых направлений цифровизации производства [2].

Цифровые двойники — не технология и не отдельный продукт, это концепция, а 3D-моделирование, интернет вещей, 4G/5G, большие данные, искусственный интеллект, блокчейн, граничные и облачные вычисления, — технологии, которые используются при её создании. Принцип состоит в том, чтобы спроектировать эквиваленты физических объектов в цифровом пространстве, в основе которых лежат имитационные модели этих объектов [3, 4].

Относительно недавно к арсеналу методов имитационного моделирования, включающем системную динамику, дискретно-событийное моделирование, агентное моделирование, добавился метод *системно-объектного имитационного моделирования* (СОИМ) [5].

Рассмотрим возможности СОИМ для создания цифровых двойников в соответствии с работой [5].

СОИМ базируется на специальном математическом обеспечении в виде *исчисления систем как функциональных объектов*, основанного на алгебраических аппаратах исчисления объектов Абади-Кардели и исчисления процессов Милнера.

Системно-объектная имитационная модель любой предметной области может быть представлена, во-первых, набором элементов «Узел-Функция-Объект» (*УФО-элемент*) целостно и при этом одновременно с трех точек зрения:

- как *структурного элемента* надсистемы в виде перекрестка связей с другими системами — **узла**;
- как *динамического элемента*, выполняющего определенную роль с точки зрения поддержания надсистемы путем балансирования данного узла — **функции**;
- как *субстанциального элемента*, реализующего данную функцию в виде некоторого материального образования, обладающего конструктивными, эксплуатационными и т. д. характеристиками — **объекта**.

Во-вторых, базовой иерархией связей предметной области, в которой абстрактный класс «Связь ( $L$ )» делится на подклассы «Материальная связь ( $M$ )» и «Информационная связь ( $I$ )»; класс материальных связей делится на подклассы

«Вещественная связь ( $S$ )» и «Энергетическая связь ( $E$ )», класс информационных связей – на подклассы «Связь по данным ( $D$ )» и «Управляющая связь ( $C$ )». Моделирование любой системы начинается со специализации базовой классификации связей под конкретную предметную область.

И, в-третьих множеством связей УФО-элементов между собой.

Таким образом, системно-объектная имитационная модель формально определяется четырьмя компонентами:

- (потокосые объекты) иерархия связей предметной области;
- узловые объекты системы (УФО-элементы);
- связи системы;
- базовые операции на множествах потокосых и узловых объектов.

*Потоковый объект* системно-объектной модели – частный случай объекта в терминах теории объектов, представляющий набор значимых свойств объекта предметной области. Посредством потокосых объектов описывается иерархия связей предметной области.

*Узловой объект* системно-объектной модели – именованный объект в терминах теории объектов, представляющий систему в контексте рассматриваемой предметной области. Узловой объект содержит две группы полей: поля, описывающие интерфейсные характеристики (**узел**); поля, описывающие объектные характеристики (**объект**). В качестве метода узлового объекта выступает функция системы (**функция**).

*Связь системы* – потокосый объект системы, представляющий именованное ребро, связывающее два узловых объекта предметной области.

Для построения системно-объектной имитационной модели, в рамках моделируемой предметной области, необходимо выделить значимые объекты – потоки и узловые объекты. Данные элементы являются информационной проекцией значимых объектов реального мира. Также, на данных этапах выявляются значимые характеристики объектов-потоков и узловых объектов.

Для реализации метода СОИМ разработан программный инструментарий UFOModeler, автоматизирующий процедуры построения статических моделей и динамических (имитационных) моделей процессов и систем, в основе которого лежит технология системно-объектного анализа и синтеза сложных систем в терминах «Узел-Функция-Объект». Модель, построенная в среде UFOModeler – это набор взаимосвязанных узлов с различной степенью их детализации и описания логики функционирования с помощью встроенного скриптового языка УФО-скрипт. Таким образом, модель представляет собой «симулятор» функционирования процесса или системы в различных масштабах времени, с возможностью визуализации параметров модели в виде графиков зависимостей и т.п.

Программный продукт предоставляет разработчику возможности конструирования системно-объектных моделей процессов и систем с учетом их структурных, функциональных и объектных характеристик. Для описания структурных характеристик моделируемого объекта предлагается графический процессный редактор, интерфейс которого показан на рисунке 1.

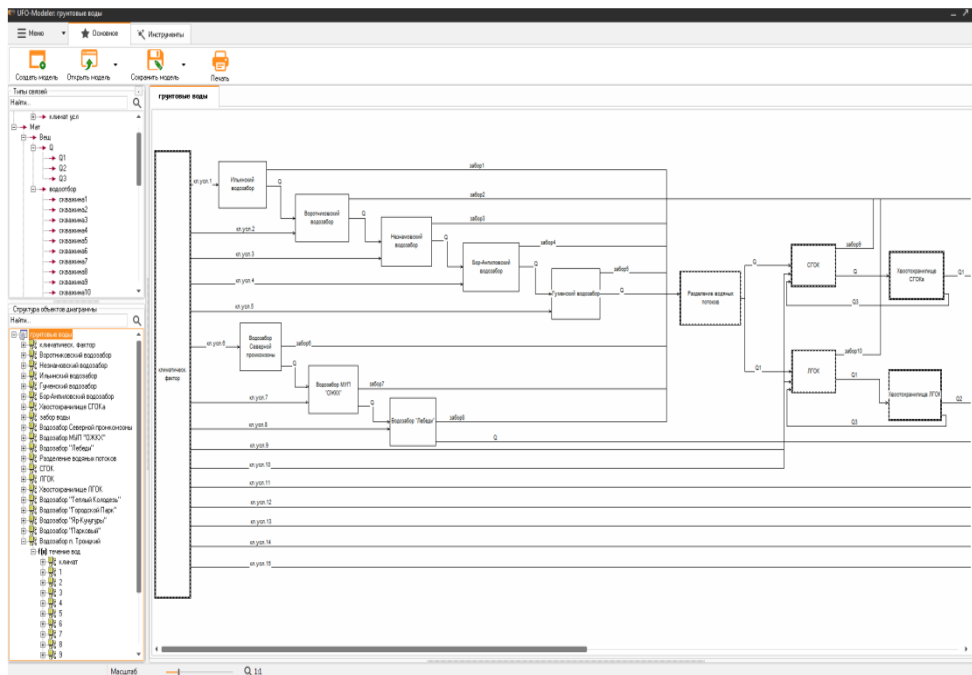


Рис. 1 - Интерфейс графического редактора UFOModeler

Для отладки функционирования моделируемой системы, разработан модуль управления исполнением системно-объектной модели, который позволяет оперировать элементами модели в режиме симуляции.

В рамках нотации «Узел-Функция-Объект» пользователь может более подробно декомпозировать каждый отдельный функциональный узел, либо описать логику функционирования с помощью встроенного скриптового языка. Язык УФО-скрипт позволяет реализовать процедуры преобразования входных потоковых объектов в выходные. Для этого, программный инструментарий содержит редактор программного кода, интерфейс которого показан на рисунке 2.

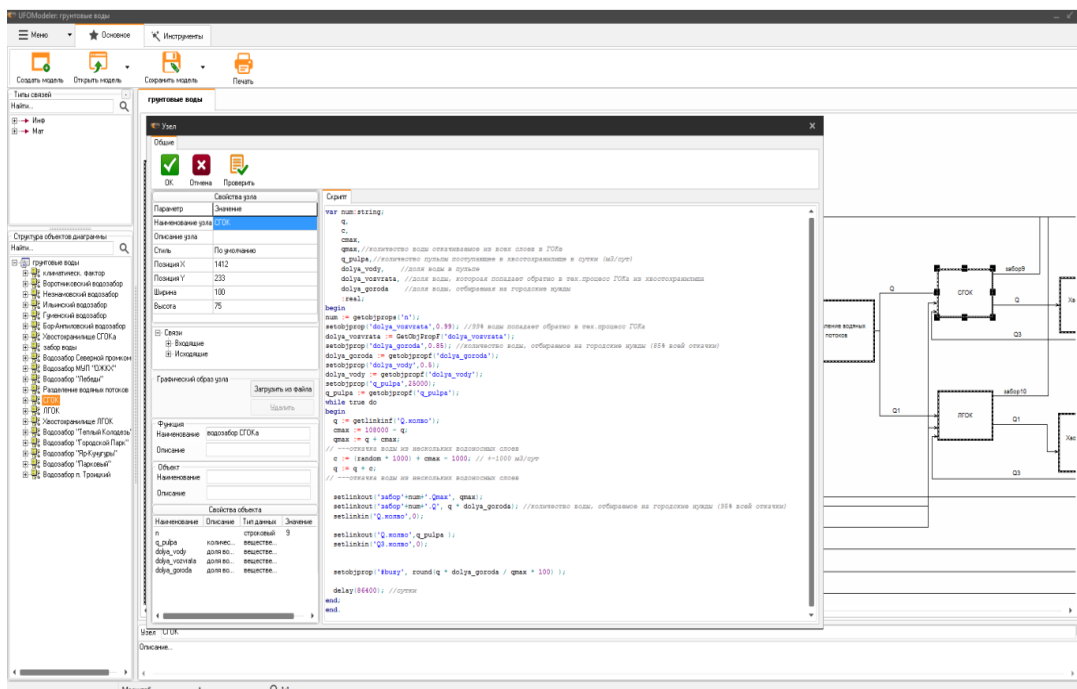


Рис. 2 - Интерфейс редактора программного кода UFOModeler

Программный инструмент UFOModeler позволяет строить модели как производственно-технологических, так и организационно-деловых процессов. Применим для моделирования существующих систем и процессов с целью оптимизации их функционирования по заданным параметрам, а также для проектирования новых систем и процессов. В качестве направлений использования можно выделить: аудиторская деятельность в системе менеджмента качества, реинжиниринг бизнес-процессов, проектирование производственных линий, бережливое производство, научные исследования, где отсутствует возможность проведения экспериментов на реальном процессе или системе, образовательная деятельность.

Таким образом, в настоящее время существует теоретически обоснованный перспективный системно-объектный подход к имитационному моделированию сложных систем, который позволяет учитывать, как системы-явления, так и системы-классы, а также обеспечивает учет в модели ряд общесистемных принципов и закономерностей. Оригинальный математический аппарат для системно-объектного моделирования сложных систем с использованием исчисления процессов и исчисления объектов. обеспечивает выполнение процедур построения формальных моделей систем любой природы, их верификацию и оптимизацию. Программный инструмент UFOModeler, включающий средства построения графоаналитических моделей и специализированный язык «УФО-скрипт» описания функциональных узлов моделей, позволяет пользователю автоматизировать процедуры построения статических моделей и динамических (имитационных) моделей процессов и систем.

В сравнении с существующими средствами имитационного моделирования, разработанный метод СОИМ, а также программная платформа UFOModeler, во-первых, позволяет осуществлять декомпозицию функциональных блоков до требуемого уровня, что не ограничивает пользователя с точки зрения детализации отдельных блоков модели; во-вторых, наличие встроенного языка позволяет реализовать любую логику функционирования для отдельно-взятого блока. Единственным недостатком, видится необходимость обучения пользователя навыкам системного мышления, а также основам программирования скриптов.

Метод СОИМ и, автоматизирующий его программный комплекс UFOModeler будут полезны в следующих областях:

- Визуальное статическое и имитационное моделирование организационно-деловых процессов с целью их исследования, реинжиниринга и оптимизации (консалтинговые агентства).
- Имитационное моделирование производственно-технологических процессов с целью повышения их эффективности по заданным показателям (производственные предприятия, научно-исследовательские коллективы).
- Разработка симуляторов процессов и систем с целью обучения (образовательные организации).

Рассмотренный метод моделирования успешно применен для моделирования систем массового обслуживания, системы менеджмента качества, производственно-технологических процессов и распространения подземных вод [6-9].

В качестве областей потенциального использования СОИМ можно назвать:

- совершенствование бизнес-процессов;
- повышение эффективности производственно-технологических процессов;

- реинжиниринг бизнес-процессов;
- внедрение концепции бережливого производства;
- информационно-аналитическое обеспечение систем менеджмента качества;
- проектирование производственных линий.

Представленное выше описание нового оригинального метода имитационного моделирования позволяет утверждать о возможности применения метода СОИМ при создании цифровых двойников различных объектов и процессов, так как используемый специальный скриптовый язык и встроенный в UFOModeler интерпретатор позволяют получать и использовать информацию о реальных процессах и системах.

В настоящее время авторами ставится задача создания информационных двойников различных элементов образовательного процесса, основанных на системно-объектной имитационной модели.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Кокорев Д.С., Юрин А.А. Цифровые двойники: понятие, типы и преимущества для бизнеса // «Colloquium-journal» / TECHNICAL SCIENCE. 2019. №10(34). С. 31-35.
2. Курганова Н.В., М.А. Филин, Черняева Д.С., Шаклеин А.Г., Намиот Д.Е. Внедрение цифровых двойников как одно из ключевых направлений цифровизации производства // International Journal of Open Information Technologies. 2019. Vol. 7. No. 5. С. 105-115.
3. Цифровые двойники и имитационное моделирование: три основных различия <https://nfp2b.ru/2020/09/04/tsifrovye-dvojniki-i-imitatsionnoe-modelirovanie-tri-osnovnyh-razlichiya/>
4. Петров А.В. Имитационное моделирование как основа технологии цифровых двойников // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2018. Т. 22. № 10. С. 56–66.
5. Теория систем и системный анализ: учебник / А.Г. Жихарев, О.А. Зимовец, М.Ф. Тубольцев, А.А. Кондратенко; под ред. С.И. Маторина. — Москва: КНОРУС, 2021. 456 с.
6. Жихарев А.Г., Егоров И.А., Манзулович М.Ю., Маторин С.И. Системно-объектное имитационное моделирование систем массового обслуживания // Сетевой журнал «Научный результат», серия «Информационные технологии». 2016. Вып. № 4 (4).
7. Бузов П.А., Жихарев А.Г., Маторин С.И. Применение системно-объектного имитационного моделирования в системе менеджмента качества // Сборник трудов VII Международной научно-технической конференции «Информационные технологии в науке, образовании и производстве» (ИТНОП-2018). 2018. С. 158–162.
8. Маторин С.И., Жихарев А.Г., Бузов П.А. Оценка системы менеджмента качества с помощью системно-объектного имитационного моделирования // Сборник научных трудов XXII-й Международной научной конференции «Инжиниринг предприятий и управление знаниями (ИП&УЗ)». 2019. Том 2. С. 79–84.
9. Маторин С.И., Жихарев А.Г., Бузов П.А. Системно-объектное имитационное моделирование производственно-технологических процессов // В сборнике: «Актуальные вопросы современной науки и практики». Сборник научных статей по итогам международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава и аспирантов. 4-8 апреля 2016. Белгород: Изд-во БУКЭП. 2016. Ч.1. С. 198–205.

*Махов И.С., Чумакова Е.В., Корнеев Д.Г., Гаспарян М.С.*

*1. Аспирант, РЭУ им. Г.В. Плеханова, Москва*

*2. К.ф.-м.н., доцент РЭУ им. Г.В. Плеханова, Москва*

*3. К.э.н., доцент РЭУ им. Г.В. Плеханова, Москва*

*4. К.э.н., доцент РЭУ им. Г.В. Плеханова, Москва*

## **ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ НА ОСНОВЕ РАДИАЛЬНО-БАЗИСНЫХ ФУНКЦИЙ В ЗАДАЧАХ КОНТРОЛЯ ОПЕРАЦИОННЫХ РИСКОВ КРЕДИТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ**

Статья посвящена вопросам мониторинга операционных рисков (ОР) с применением искусственных нейронных сетей (ИНС), а именно исследованию возможности применения нетрадиционных для данного класса задач радиально-базисных нейронных сетей в оценке уровня критичности наступления риска, связанного с информационными технологиями в банковской сфере.

Целью работы является создание с использованием высокоуровневой библиотеки Keras на языке Python моделей ИНС на основе радиально-базисных функций (RBFN) и оценки их эффективности по сравнению с традиционно используемыми глубокими сетями прямого распространения. В работе принимались во внимание основные типы событий операционного ИТ-риска, связанные с нарушением и сбоями систем и оборудования, обеспечивающих функционирование деятельности коммерческой организации.

Для построения различных моделей RBFN в качестве функции преобразования использовалась функция Гаусса. В работе приведены графики кривых обучения для рассматриваемых функций, показывающие результаты обучения и тестирования построенных RBFN.

Полученные результаты исследования показывают, что применение RBFN в системе индикации позволит качественно определить степень влияния операционного ИТ-риска на банковский сектор.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** Операционные риски, ИТ-риски, радиально-базисная нейронная сеть (RBFN), нейронная сеть прямого распространения, высокоуровневая библиотека Keras.

### **1 Введение**

Необходимость рационального управления рисками в кредитной организации является неотъемлемой частью эффективного корпоративного управления. Понятие «операционный риск» определяется Банком России как риск возникновения прямых и косвенных потерь в результате несовершенства или ошибочных внутренних процессов кредитной организации, действий персонала и иных лиц, сбоев и недостатков информационных, технологических и иных систем, а также в результате реализации внешних событий.

В настоящий момент ИТ-риски в банковской сфере становятся все более значимыми. Это связано со сложностью банковских ИТ-систем и постоянным развитием технологий. Также стоит отметить недостаток опыта управления ИТ-рисками у многих банков, неопределенность законодательства в этой области, утечки данных из банковских систем, кибератаки и риск мошенничества. Все это делает управление ИТ-рисками важным направлением для банков.

Для организации эффективного управления банки прибегают к использованию современных технологий в системах контроля финансового риска.

Хотя на практике банки в основном используют аналитические и оценочные методы для измерения уровня операционного риска [2, 3], предпринимаются попытки (в связи со сложностью идентификации и формализации момента наступления операционного риска) применения ИНС [4], в частности, в работе предложено использовать многослойный персептрон с двумя-тремя скрытыми слоями (DNN). Для определения критичности и срочности мер по смягчению последствий наступления события операционного риска использовался часто применяемый на практике метод присвоения статуса критичности «красный (критичный)-желтый (средний)-зеленый (слабый)» ('red-amber-green' (RAG)) [5].

Многослойный персептрон не единственный тип ИНС, с помощью которого можно классифицировать статус критичности наступления риска. Альтернативным решением может стать применение ИНС на основе радиально-базисных функций [6], которые используются для решения широкого круга задач, среди которых, в частности, классификация. Сети радиального типа являются дополнением сигмоидальных сетей и, в отличие от сигмоидального нейрона, радиальный нейрон представляет собой гиперсферу, осуществляющую шаровое разделение пространства вокруг центральной точки. Это свойство позволяет существенно упростить и ускорить обучение ИНС, при их обучении не возникает проблем с «застреванием» в локальных минимумах. Типичная структура RBFN содержит лишь один скрытый слой с нелинейной функцией активации RBF, а в случае круговой симметрии данных требует меньшего числа нейронов.

Целью работы является определение на основе применения радиально-базисной нейронной сети уровня критичности операционного риска кредитной организации, возникающего в процессе использования ИТ-технологий коммерческой организацией.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. проанализировать и определить ключевые индикаторы, характеризующие уровень наступления операционного риска, фиксируемые в организации;
2. определить архитектуру (топологию) ИНС, сформировать обучающие и тестовые наборы данных;
3. провести обучение различных архитектур нейросетей и выполнить их сравнительный анализ.

## 2 Методы

В рамках исследования был проведен анализ одного из семи типов событий операционного риска – нарушение и сбой систем и оборудования, которые непосредственно являются событием возникновения ИТ-рисков. Для этого был проанализирован классификатор источников событий операционного риска, их влияние на непрерывность критических бизнес-процессов, а также видов потерь для выявления значимых атрибутов исходя из рекомендуемых регулятором для хранения данных базы событий реализации ОР. В качестве источников событий возникновения ОР учитывались четыре: недостатки процессов, действия персонала и других лиц, сбой систем и оборудования, внешние причины [7, 8]. Из потерь рассматривались прямые потери, непосредственно отражаемые в бухгалтерской отчетности, и косвенные, определяемые расчетным способом.



Выявленные атрибуты, характеризующие текущее состояние бизнес-процесса с точки зрения его непрерывности, являются входными для ИНС индикации статуса критичности ситуации. На выходе сети ожидается три уровня статуса: критичный (красный), средний (желтый), слабый (зеленый) – "red-amber-green", сигнализирующий необходимость применения мер по смягчению последствий наступления события операционного риска. Таким образом, для определения уровня критичности предложена ИНС с девятью входными нейронами, на которые подаются критичность возникшего инцидента, нормализованное отклонение от штатного времени устранения (с момента наступления и обнаружения), виды потерь, к которым может привести событие (прямые и косвенные), возможность возмещения потерь, день недели и время суток наступления события, источник события, критичность связанных рисков. На выходе сети находятся три выходных нейрона, соответствующих уровню критичности состояния бизнес-процесса.

Для выбранного типа события была сформирована база из 21600 событий в различных состояниях с оценкой вида индикации (зеленая, желтая и красная зоны), выполненная тремя экспертами из Российского экономического университета им. Г. В. Плеханова.

В качестве моделей ИНС при исследовании эффективности обучения изучалась радиально-базисная сеть с функцией Гаусса в виде функции активации, которая в векторной форме определяется в следующем виде [4]:

$$f(x) = \exp\left(-\frac{\|x - c_i\|^2}{2\sigma_i^2}\right), \quad (1)$$

где  $c_i$  и  $\sigma_i$  – параметры скрытого слоя, а именно центры базисных функций и отклонения относительно центров (радиусы базисных функций) соответственно. От параметра  $\sigma_i$  зависит ширина (крутизна спуска) функции, величину которого на практике принимают равной [4]:

$$\sigma = \frac{d}{\sqrt{2p}}, \quad (2)$$

где  $d$  – максимальное расстояние между выбранными центрами,  $p$  – количество нейронов шаблонного слоя.

В ходе исследования рассматривалась традиционно применяемая архитектура сети, которая имеет входной слой, один скрытый слой с нелинейной функцией активации RBF и линейный выходной слой. Информация об образах передается с входного слоя на скрытый, являющийся шаблонным и содержащий  $p$  нейронов. В исследуемом виде сети соединения между узлами не образуются циклы, информация продвигается только в одном направлении от входных узлов через скрытые узлы к выходным узлам.

Обучение сети состояло из двух этапов:

1. Определение центров и радиусов радиальных элементов (нейронов скрытого слоя).
2. Подстройка весовых коэффициентов выходного линейного слоя.

Обучение проводилось для нескольких архитектур, то есть для различного числа нейронов скрытого слоя  $p = 10, 15, 20, 22, 25, 30$  радиальных функций. Для

инициализации центров радиальных функций использовался метод k-средних (K-means).

Для определения центров радиальных функций применялся метод K-means, реализованный в библиотеке Sklearn (Python). Подстройка весовых коэффициентов сетей и определения оптимальной модели ИНС (количество нейронов в скрытом слое, оптимизатор) проводились с использованием Custom Keras Layers высокоуровневой библиотеки Keras на языке Python [6].

Для обучения использовалась подготовленная экспертами выборка из 21600 наборов. Генеральная выборка была разбита на обучающую выборку, которая составила 80% от общего числа обучающих наборов, валидационную и тестовую выборки, составляющие по 10%. Обучение проводилось в течение 400, 600, 800 и 1000 эпох. В качестве оптимизаторов сравнивались SGD, Adam и RMSprop, реализованные в Keras для достижения более быстрой сходимости. В качестве функции активации выходного слоя использовалась функция softmax. Совместно с оптимизатором использовалась функция потерь MSE (среднеквадратичная ошибка).

### 3 Результаты

#### 3.1 Модель ИНС

В соответствии с требованиями регулирующих органов КО должна собирать и сохранять историю реализованных событий ОР. Подобные требования направлены на облегчение организации превентивных мер уменьшения последствий ОР со стороны КО. Большинство рекомендуемых для хранения данных носят чисто информационный характер. Проведенный анализ позволил определить параметры, с помощью которых можно охарактеризовать текущее состояние бизнес-процесса и оценить его критичность.

Всего таких атрибутов выделено девять с их числовой интерпретацией, как потенциальные выходные параметры ИНС:

1. *критичность* – уровень влияния на бизнес-процесс возникшего инцидента (события), которое может привести к потерям (низкий (1), средний (2), высокий (3));
2. *превышение времени* устранения дефектов с момента наступления события, задаваемое числом от 0 – устранили за допустимо отведенное время до 1-200% и более процентов превышения допустимого времени. Допустимое время устранения конкретного типа события определяется индивидуально для каждой КО в самой КО;
3. *превышение времени* устранения дефектов с момента обнаружения события, определяется аналогично времени устранения дефекта с момента наступления;
4. *прямые потери* ( $n_p$ ) – числовая характеристика уровня потерь, к которым приводило событие данного типа за период сбора статистики, по шкале от 0 до 1, где 0 – незначительные потери ( $P_{\min}$ ), 1 – максимальная потеря, которая регистрировалась в КО ( $P_{\max}$ ).

Для определения уровня прямых потерь конкретного типа принята зависимость (3), как процент среднего значения потерь для данного вида за весь период сбора статистики:

$$n_p = \frac{\sum P_i - P_{\min}}{P_{\max} - P_{\min}} \quad (3)$$

где  $P_i$  – размер потери в денежном эквиваленте,  $k$  – количество случаев возникновения события данного типа,  $P_{\min}$  и  $P_{\max}$  – минимальная и максимальная потери для данного типа события, определяемые непосредственно КО;

5. *косвенные потери* – неявные потери, которые не отображаются в бухгалтерской отчетности и вычисляются аналитически, учитывается только возможность их появления (0 – не было, 1 – возникали за время сбора статистики);
6. *время суток* наступления события – интересует с точки зрения оперативности выявления и устранения (рабочее/нерабочее);
7. *день наступления* – интересует с точки зрения оперативности выявления и устранения (рабочий/выходной);
8. *источник события* – один из четырех источников, определяемый регулятором (недостатки процессов, действия персонала и других лиц, сбои систем и оборудования, внешние причины);
9. *критичность связанных событий* – уровень влияния (низкий (1), средний (2), высокий (3)) на связанные бизнес-процессы, прерывание которых может привести к потерям.

В итоге обобщенную модель радиально-базисной ИНС для определения критичности реализовавшегося события можно описать входным слоем, содержащим девять нейронов, соответствующих вышеперечисленным параметрам, линейным выходным, содержащим три нейрона по числу классов критичности (низкий, средний высокий) и один скрытый слой радиально-базисных функций. Количество нейронов (функций) скрытого слоя подбирается экспериментальным путем в интервале от 10 до 25.

### 3.2 Обучение ИНС определения критичности реализовавшегося события

Существует несколько подходов к обучению радиально-базисных сетей для определения параметров сети. Это линейные весовые параметры выходного слоя  $w_{ij}$ , нелинейные (входят в описание нелинейно) параметры скрытого слоя, центры базисных функций  $c_i$ , радиусы базисных функций  $\sigma_{ij}$ .

В работе проводилось обучение каждой из моделей сети в два этапа. Для заданного числа  $p$ -функций (нейронов) скрытого слоя определялись центры с использованием метода K-means и радиусы в соответствии с выражением (2). Полученными значениями инициализировались параметры сети. На следующем этапе выполнялось традиционное обучение с учителем для определения линейных весовых коэффициентов и уточнения параметров базисных функций. В качестве радиальной функции скрытых слоев использовалась функция Гаусса (1).

Для оценки оптимального количества нейронов в скрытом слое (числа кластеров) использовался эмпирический подход нахождения точки «локтя», которая основывается на метрике суммы квадратов внутри кластерных расстояний WCSS [9]. На рисунке 1 приведен график метрики WCSS, рассчитанный для различных разбиений исходных данных на кластеры. Визуально место предполагаемого «локтя» может находиться в диапазоне от 10 до 25 кластеров.

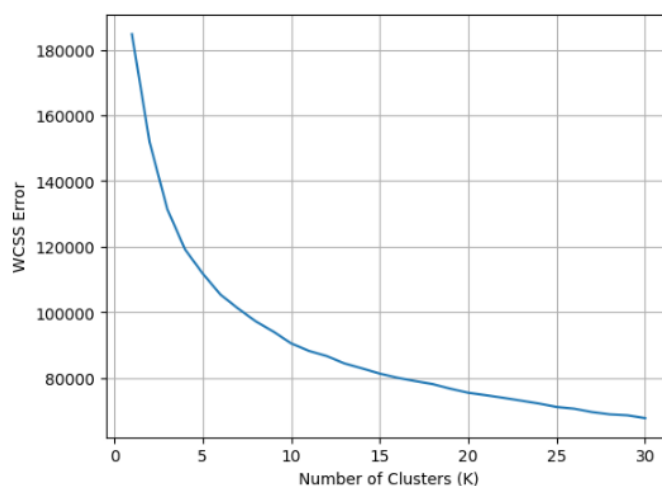


Рис. 1 – График суммы всех квадратов ошибок WCSS от числа кластеров

Для определения оптимальной структуры сети проведены обучающие эксперименты для сетей прямого распространения с различным  $p = 10, 15, 20, 22, 25$  и 30 нейронов в скрытом слое, а также с различными параметрами обучения: функциями активации и алгоритмами обновления весов (оптимизаторами). Результаты сведены в таблицу 1, приведенную ниже. Для всех оптимизаторов использовалась функция потерь Categorical Crossentropy (категориальная кросс-энтропия), значение которой указано в скобках.

Таблица 1. Точность сети на обучающей и тестовой выборках

Количество нейронов в скрытом слое	Количество эпох обучения	Ошибка (Categorical Crossentropy)	Точность обучения (Model Accuracy (Valid Accuracy))	Точность на тестовой выборке (Test Accuracy)
10	400	0.5317	78.87% (77.36%)	76.62%
15	400	0.3190	89.10% (88.94%)	88.01%
20	400	0.1614	94.04% (94.04%)	94.27%
	1000	0.0926	97.86% (98.01%)	98.38%
22	400	0,1251	97.42% (97.27%)	97,21%
	1000	0.0740	98.03% (97.92%)	98.01%
25	400	0.1093	97.22% (97.08%)	97.22%
	1000	0.0733	98.23% (97.87%)	98.01%
30	400	0.0874	97.43% (96.94%)	97.08%

Приведенные результаты получены при обучении в течение 400 и 1000 эпох. На рисунке 2 приведены полученные кривые обучения наилучшего варианта модели сети с 22 базисными функциями в скрытом слое.

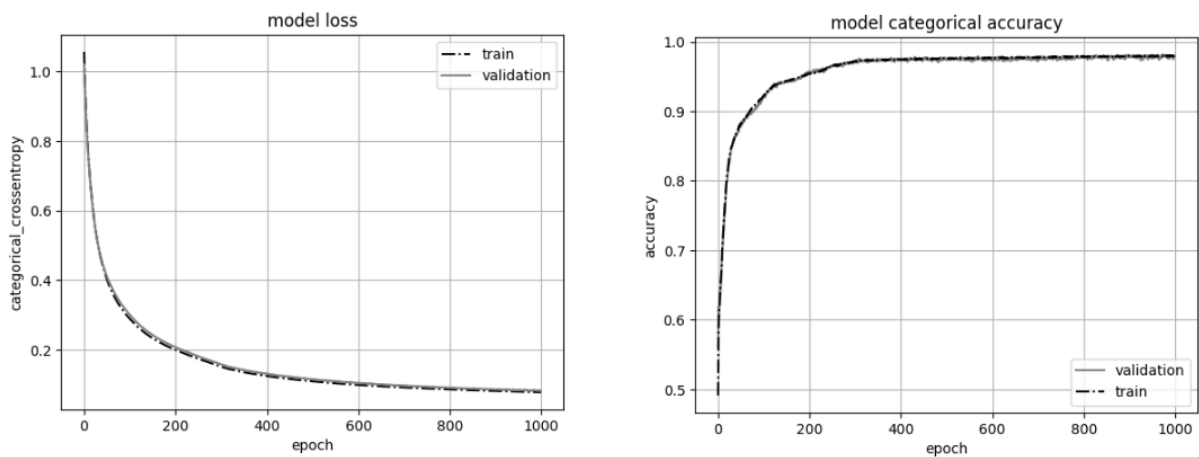


Рис. 2 – Кривые обучения ИНС с 22 нейронами в скрытом слое в течение 1000 эпох

Наилучшие показатели точности модели были достигнуты при 22 и 25 нейронах в скрытом слое (в районе 97%). Увеличение числа эпох не дало существенного прироста точности, при увеличении числа эпох до 1000 удалось поднять точность всего на 1% (до 98%). Дальнейшее увеличение числа нейронов в скрытом слое тоже не привело к увеличению точности модели сети.

#### 4 Обсуждение

В ходе исследования применения RBFN к задачам определения уровня критичности состояния бизнес-процесса, связанного с возникновением IT-рисков, были получены результаты точности на уровне 98%, что практически не уступает результатам, полученным в работе [4].

Модель сети имеет более простую структуру, содержащую один скрытый слой при достаточно небольшом числе нейронов в скрытом слое ( $p = 22$ ). Однако в связи с тем, что при выполнении непосредственно классификации проводятся довольно сложные вычисления, может возрасти время получения результата. Дальнейшая оценка эффективности предложенной модели в сравнении с предложенной в работе [4], с точки зрения времени получения результата, возможна только при ее тестировании на базе реальной системы управления рисками.

Также в ходе исследования совсем не было уделено внимание весьма актуальной и сложной задаче оценки связанных событий и рисков, они рассматривались как заданные извне. Для дальнейшего исследования и последующего внедрения подобной системы индикации в реальной КО потребуется создание нейросетевой подсистемы оценки состояния взаимосвязанных рисков.

#### Заключение

В работе исследована возможность использования радиально-базисных нейронных сетей для оценки степени воздействия операционного IT-риска. Выбраны модели, которые показали высокие результаты на сформированном экспертами обучающем множестве.

Одной из ключевых особенностей RBF сетей является их прозрачность. В контексте банковского IT-сектора, где понимание и объяснение решений модели имеет высокое значение, RBF сети предоставляют более явные и интерпретируемые результаты. Операционные риски в банковской сфере могут быть связаны с конкретными событиями и аномалиями, и RBF сети могут помочь выявить эти

аномалии и объяснить почему определенный риск был классифицирован как критичный.

Выбор RBFN сети для задачи оценки критичности операционных банковских IT-рисков является обоснованным шагом. Эта архитектура нейронных сетей объединяет в себе прозрачность, способность к адаптации, способность к кластеризации данных и эффективность, что делает ее мощным инструментом для решения сложных задач в банковской сфере.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Банк России № 3624-У от 15.04.2015 Указание Банка России «О требованиях к системе управления рисками и капиталом кредитной организации и банковской группы» / Банк России [Электронный ресурс] // Центральный банк России: [сайт]. — URL: [https://cbr.ru/faq\\_ufr/dbrnfaq/doc/?number=3624-У](https://cbr.ru/faq_ufr/dbrnfaq/doc/?number=3624-У) (дата обращения: 26.08.2023)
2. Казимагомедов, А. А. Банковское дело: организация деятельности центрального банка и коммерческого банка, небанковских организаций: учебник / А.А. Казимагомедов. - М.: ИНФРА-М, 2017. - 502 с.
3. Madjid Tavanaa, Amir-Reza Abtahi, Debora Di Caprio, Maryam Poortarighc. An Artificial Neural Network and Bayesian Network model for liquidity risk assessment in banking, 2017.
4. Building A Neural Network To Assess The Level Of Operational Risks Of A Credit Institution, Chumakova E.V., Korneev D.G., Gasparian M.S., Ponomarev A.A., Makhov I.S. Journal of Theoretical and Applied Information Technology. 2023. Т. 101. № 11. С. 4205-4213.
5. Madjid Tavanaa, Amir-Reza Abtahi, Debora Di Caprio, Maryam Poortarighc. An Artificial Neural Network and Bayesian Network model for liquidity risk assessment in banking, 2017.
6. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации / Пер. с польского И.Д. Рудинского. - М.: Финансы и статистика, 2002. - 344 с.
7. I. Jeena Jacob, Selvanayaki Kolandapalayam Shanmugam, Ivan Izonin. Data Intelligence and Cognitive Informatics, 2023.
8. Wolfgang Kratsch, Jonas Manderscheid, Maximilian Roglinger, Johannes Seyfried. Machine Learning in Business Process Monitoring: A Comparison of Deep Learning and Classical Approaches Used for Outcome Prediction, 2021. - Сведения доступны также по Интернету: <https://doi.org/10.1007/s12599-020-00645-0>
9. Тараторин Н. С., Прокудина Е. И. Быстрое автоматизированное определение субоптимальной кластеризации на основе метрики WCSS и алгоритма UIK / Тараторин Н. С., Прокудина Е. И. [Электронный ресурс] // Научно-издательский аспект : [сайт]. — URL: <https://na-journal.ru/6-2023-informacionnye-tehnologii/5709-bystroe-avtomatizirovannoe-opredelenie-suboptimalnoi-klasterizacii-na-osnove-metriki-wcss-i-algoritma-uk> (дата обращения: 20.10.2023).

УДК 004

*Миронов А.Н., Потапова К.А.*

*1.старший преподаватель, РТУ МИРЭА, Москва*

*2.ассистент, РТУ МИРЭА, Москва*

## ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ ИТ-ИНФРАСТРУКТУРЫ ПРЕДПРИЯТИЯ И ЕЁ СИНХРОНИЗАЦИЯ С БИЗНЕС-ПРОЦЕССАМИ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАСХОДОВ

В статье рассматриваются основные проблемы поддержки, обновления документации, целесообразности внедрения и поддержки ИТ-инфраструктуры. Для эффективного управления ИТ-инфраструктурой необходимы данные о её состоянии, которые предлагается собирать в единую систему в формате ETL-хранилища. Возникновение связи между моделью мониторинга ИТ-инфраструктуры и бизнес-процессами поможет определить затраты на поддержание ИТ-инфраструктуры и оценить экономическую выгоду от ее автоматизации.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** ИТ-инфраструктура, CMDB, документация ИТ-инфраструктуры, управление конфигурацией, ETL-хранилище.

Внедрение и поддержка ИТ-инфраструктуры является дорогостоящим процессом [1]. Несомненно, существующие подходы к управлению ИТИ непрерывно совершенствуются, но, несмотря на это, в этих подходах всё ещё можно заметить множество существенных недостатков [2].

У пользователей любой ИТ-инфраструктуры присутствуют ожидания, что имеющаяся документация полностью отражает реальное состояние системы, и с её помощью будет возможно быстро и эффективно разобраться с любой возникающей проблемой в существующей в компании ИТ-инфраструктуре. Документация к ИТИ может быть подготовлена на трёх разных уровнях:

- внутри самой организации;
- поставщиком ИТ-услуги;
- производителем оборудования или программного обеспечения.

В случае ошибки в документации, подготовленной на уровне организации, последствия не столь критичны. Во-первых, ошибки в документации затрагивают процессы только одной организации. Во-вторых, в случае незначительных ошибок, их будет возможно достаточно быстро исправить. Напротив, при возникновении ошибок в документации на уровне производителя, цена ошибки чрезвычайно высока: это затронет все организации, внедрившие продукт этого производителя, а также затронет поставщика, которому, с большой вероятностью, придётся исправлять последствия ошибок. Ошибки в документации поставщика могут привести к непредсказуемым результатам, так как в этом случае инфраструктура поставщика ИТ-услуги превращается в «черный ящик».

Следующая проблема заключается в организации процесса управления конфигурацией. Здесь существует два подхода:

- вручную;
- с помощью автоматизации.

Ручной подход приводит к тому, что только ограниченный круг лиц обладает представлением о работе ИТ-систем. Это представление тоже ограничено, и зависит от опыта и занимаемой должности лица. Причиной данной проблемы является человеческий фактор: под его влиянием мелкие изменения в конфигурации не фиксируются в документации, несмотря на то, что они могут привести к сбоям. Если кто-то из сотрудников, обладающих знаниями о работе ИТ-системы уволится, то часть знаний может быть утрачена.

Использование ручного подхода становится нерациональным при увеличении размера организации, сложности применяемых информационных и технологических решений и количества уровней абстракции системы. Это происходит вследствие возрастания вероятности случайных ошибок. Более того, значительно увеличивается время на ручное управление информационными и технологическими процессами, и это приводит к увеличению риска потери данных о внесённых изменениях.

Этих ошибок позволяет избежать автоматизированный подход к организации процесса управления конфигурацией (CMDB) [3]. Однако, при использовании автоматизации, нужно быть уверенным, что её работа происходит корректно.

Следовательно, необходимо тщательно контролировать работу автоматической системы управления конфигурацией.

Третьим важным аспектом является организация процесса инвентаризации ресурсов. При проведении инвентаризации, как правило, учитывается стоимость оборудования, его количество на балансе организации, а также производится расчёт совокупных расходов на поддержку и сопровождение ИТ-систем. В процессе учёта необходимо проверять безопасность хранения резервных копий данных, которые часто оказываются незащищёнными несмотря на то, что сами данные организации вполне надёжно защищены. В результате именно резервные копии периодически становятся основным источником утечки информации [4].

Эффективность ИТ-инфраструктуры в рамках конкретного бизнес-процесса должна быть проанализирована: расходы на информационные технологии не должны превышать прибыль, которую приносит оптимизация бизнес-процессов или же влияние ИТ-инфраструктуры на результаты бизнеса.

Важно также проводить инвентаризацию программного обеспечения. Сюда входит учёт лицензий, поддержка и обновление программного обеспечения, и его интеграция с другими системами. Чтобы работа организации выполнялась качественно, нужно обратить внимание на API (интерфейс программирования приложений), основные аспекты указаны в таблице 1.

Таблица 1. Интерфейс программирования приложений.

Название процесса	Описание процесса, связанного с API
Разработка API	При создании API необходимо убедиться, что совместимость с другими системами и приложениями позволит дальнейшую интеграцию.
Внедрение API	После создания интерфейса его нужно внедрить в систему, чтобы другие приложения могли использовать его для обмена данными.
Управление API	После внедрения API необходимо следить за его работой и обновлять его в случае необходимости.
Безопасность API	Важно обеспечить защиту интерфейса от несанкционированный доступа к данным.

Также следует отметить использование микросервисов в ИТ-инфраструктуре предприятия. Несмотря на их полезность для создания масштабируемых и гибких систем, а также упрощения процессов разработки и тестирования, их использование может усложнить управление и привести к значительному росту затрат на разработку и обслуживание.

Для эффективного управления ИТ-инфраструктурой необходимы данные о её состоянии. Документации, описывающей состояние ИТ-инфраструктуры, зачастую недостаточно. В ней не полностью отражены все аспекты работы систем и оборудования, а информация о конфигурации систем и программного обеспечения разрознена и непоследовательна.

Мониторинг обычно ведётся по каждому компоненту в отдельности, в разных системах. Поэтому предлагается собирать данные в единую систему в виде



хранилища ETL (Extract, Transform, Load - извлечение, преобразование, загрузка). И именно эти данные будут использоваться для оптимизации бизнес-процессов. Схема указана на рисунке 1. Эта система будет собирать данные, выполнять их обработку, очистку и анализ. В результате станет возможным выявление корреляций, определение поведения сущностей и визуализация полученных данных. Помимо выявления критических отклонений, связь этой модели мониторинга с бизнес-процессами позволит оценить затраты на ИТ-инфраструктуру в контексте бизнес-процессов, а также измерить экономическую эффективность проведённой автоматизации.

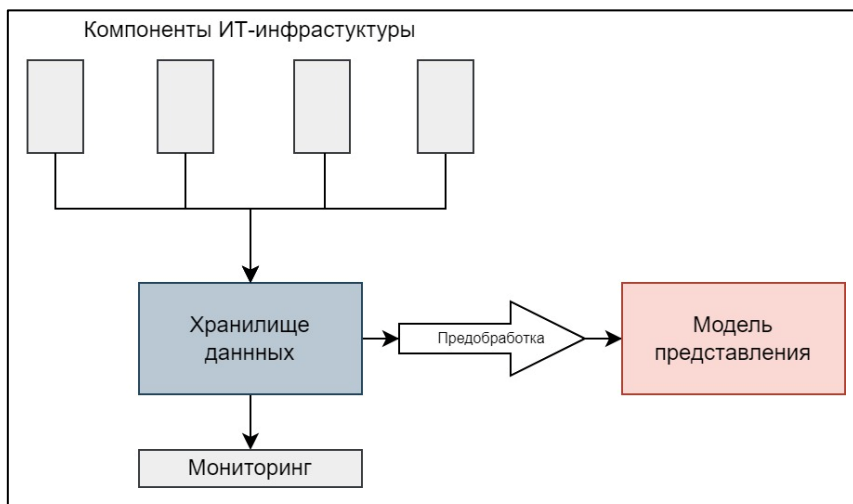


Рис. 1 – Схема архитектуры мониторинга компонентов ИТ-инфраструктуры,

Метриками будут являться данные, полученные путём автоматизированного наблюдения за показателями работы разных компонентов ИТ-инфраструктуры в момент нормальной работы системы. После получения метрик необходимо будет проводить их предобработку.

В частности, на этапе предварительной обработки данных, можно использовать методы выявления ошибочных записей в наборе данных, нормализацию данных для стандартизации диапазона значений, преобразование данных в единый формат и уплотнение данных для уменьшения количества и размерности данных. Отдельное внимание должно уделяться синхронизации временных данных относительно часовых поясов с высокой точностью, до секунды.

На основе полученных метрик можно будет:

- выявить корреляции;
- идентифицировать поведение сущности;
- визуализировать данные.

Если система стала работать лучше, чем при начальном измерении, то необходимо установить новые показатели в качестве эталона и сравнивать текущее состояние системы с ними. На основе проведённой подготовительной работы можно будет определить, какие показатели являются отклонениями от нормы, а какие соответствуют ей. В процессе дальнейшего функционирования системы будет происходить её постепенная калибровка.

Возникновение связи между моделью мониторинга ИТ-инфраструктуры и бизнес-процессами позволит оценить затраты на содержание ИТ-инфраструктуры и измерить экономическую выгоду от автоматизации.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Краузе Р.П., Проблемы управления ИТ-инвестициями на предприятиях // Бизнес-образование в экономике данных, выпуск №3, Иркутский государственный университет, г. Иркутск, 2019
2. Ефремова Л.И. Оценка зрелости архитектуры организации // Вестник ВУиТ №1, 2018.
3. А. К. Канаев, Э. В. Логин, К. А. Пудовкина Декомпозиция процессов управления данными в CMDDB // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2023. №1.
4. К.А. Кудаев, Защита резервных копий информации учреждений УИС от нелегального копирования // Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. Воронеж, 2021

#### УДК004.822

*Мисник А.Е., Потехин В.В., Крутолевич С.К., Прокопенко С.А.*

1. канд. техн. наук, доцент кафедры Программное обеспечение информационных технологий, МОУ ВО «Белорусско-Российский университет», Могилёв
2. канд. техн. наук, доцент - Высшая школа управления кибер-физическими системами ФГАОУ ВО "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого", Санкт-Петербург
3. канд. техн. наук, доцент кафедры Программное обеспечение информационных технологий, МОУ ВО «Белорусско-Российский университет», Могилёв
4. преподаватель-стажёр кафедры Программное обеспечение информационных технологий, МОУ ВО «Белорусско-Российский университет», Могилёв

### СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ ПРОСТРАНСТВОМ УНИВЕРСИТЕТА НА ОСНОВЕ ОНТОЛОГИЧЕСКОГО ПОДХОДА

В статье рассматривается применение онтологического подхода в создании и управлении информационно-образовательным пространством на примере Белорусско-Российского университета. Разработана и внедрена система "Электронный университет", предназначенная для интеграции всех аспектов учебного процесса и служб вуза. Особенность системы в использовании мета-ассоциативных графов для формализации сложных связей в образовательной среде, что позволяет более эффективно управлять изменениями и принимать управленческие решения на основе полной и актуальной информации о состоянии образовательного учреждения.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** онтологический инжиниринг, онтология, объектно-ориентированный подход, мета-ассоциативные графы, управление образовательным пространством

#### Введение

В эпоху глобальной цифровизации особое внимание обращено на кибер-физические системы, в том числе и в контексте образовательных учреждений. Для обеспечения устойчивого развития учреждения высшего образования всё сильнее нуждаются в прогрессивных подходах к управлению информационно-образовательным пространством, чтобы адекватно отвечать вызовам времени. Современные образовательные учреждения характеризуются рядом особенностей: сложностью структуры, многокомпонентностью, динамикой изменений внутренних и внешних условий, неполнотой информации о состоянии системы и

т.п. Эти характеристики заметно осложняют процесс управления и повышения эффективности деятельности высших учебных заведений.

С 2006 года Белорусско-Российский университет ведёт активные работы по автоматизации внутренних процессов, стремясь к созданию эффективных и гибких систем управления. В наступившем году предпринимается значимый шаг — ввод в эксплуатацию новой версии системы "Электронный университет". Эта система, разработанная на основе онтологического подхода, представляет собой новаторский шаг к интеграции всех служб университета и учебного процесса в единую информационно-образовательную среду.

Онтологический подход, выбранный в качестве фундаментальной основы для данной системы, предлагает мощный инструментарий для решения задач автоматизации. Он позволяет устанавливать и формализовать сложные нелинейные связи между элементами системы, учитывая их динамичное изменение и обеспечивая принятие эффективных управленческих решений. Ключевым стало использование мета-ассоциативных графов в качестве инструментария для отображения онтологических представлений в рамках единой модели, что преодолевает ограничения традиционных онтологий.

### **Объектно-ориентированный подход к онтологическому инжинирингу образовательной среды**

В условиях непрерывно расширяющихся информационных потоков в современных образовательных кибер-физических системах, проблема управления процессами становится все более сложной. В таком контексте, объектно-ориентированный подход к онтологическому инжинирингу выступает в качестве методологии, позволяющей не только структурировать и оптимизировать данные процессы, но и обеспечивать гибкость и масштабируемость системы.

В среде, где каждый участник является и источником, и потребителем информации, важно обеспечить организованный и логически последовательный доступ к данным. Объектно-ориентированный подход позволяет рассматривать каждый элемент системы как объект с уникальными атрибутами и поведением, что упрощает разработку сложных онтологий, представляющих знания об образовательном процессе [5].

Онтологическая структура в объектно-ориентированной парадигме предполагает, что каждый учебный элемент, будь то концепт, процесс или ресурс, представлен в системе как объект со свойствами и взаимоотношениями с другими объектами. Основные принципы заключаются в следующем:

- инкапсуляция. Все данные и методы, относящиеся к конкретному учебному элементу, сосредотачиваются внутри объекта, что обеспечивает чёткое разграничение и управление знаниями;
- наследование. Объекты могут наследовать свойства и методы от более общих до более специфических, что облегчает создание иерархии знаний и их повторное использование;
- полиморфизм. Один и тот же интерфейс может использоваться объектами различных типов, что позволяет системе динамично адаптироваться к изменениям и расширять свои функции без изменения общего кода.

Реализация объектно-ориентированного подхода предполагает учёт следующих требований:

- модульность. Онтология разбивается на независимые модули, что упрощает её разработку и обновление.
- декомпозиция. Сложные концепты декомпозируются на более простые объекты, упрощая их понимание и обработку.
- абстракция. Определение общих классов объектов, которые могут быть детализированы и расширены в более специфические подклассы.

Использование объектно-ориентированного подхода обеспечивает следующие преимущества:

- легкость внесения изменений благодаря локализации данных и методов внутри объектов;
- возможность повторного использования объектов и их компонентов в разных частях системы и даже в других системах;
- удобство добавления новых объектов без необходимости изменения уже существующих структур.

Онтологический инжиниринг кибер-физической системы как объектно-ориентированный подход следует разделить на три основные части: организация структуры данных и знаний в онтологическую структуру системы (классы), Онтологическая структуризация данных системы на основе онтологической структуры (объекты), и организация данных пользовательских интерфейсов, пригодных для реализации бизнес-процессов сложных кибер-физических систем, на основе как онтологической структуры системы, так и ее данных (представления) [2],[3].

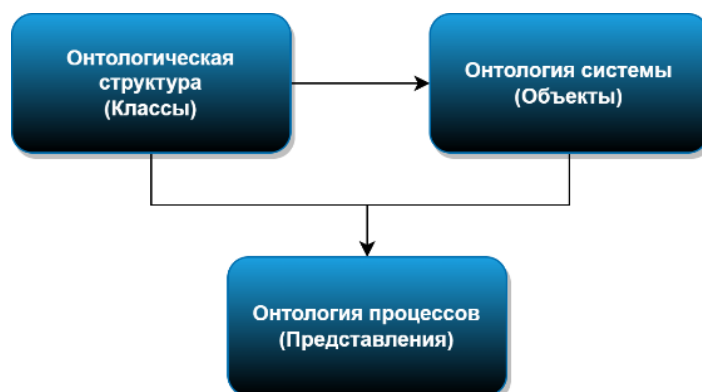


Рис.1 – Компоненты объектно-ориентированного подхода к онтологическому инжинирингу кибер-физической системы

Объектно-ориентированный подход к онтологическому инжинирингу в образовательной среде предоставляет мощный инструментарий для управления знаниями. Он обеспечивает не только логичность и порядок в организации информационных потоков, но и создает условия для развития адаптивной, масштабируемой и устойчивой образовательной системы, способной оперативно реагировать на динамичные требования современного образовательного процесса.

## Мета-ассоциативные графы как инструмент онтологического инжиниринга

Метаграфы, с их возможностью интегрировать элементы как оргграфов, так и гиперграфов, представляют собой удобный инструмент в области описания образовательных систем. Они позволяют строить сложные иерархические структуры, которые могут быть использованы для визуализации и анализа данных, что особенно ценно при разработке таких информационных структур как учебные планы, методики обучения и т.п. Метаграфы могут служить для отображения комплексных связей между различными образовательными модулями, курсами и концепциями.

Определение метаграфа включает в себя три основных компонента: вершины, мета-вершины и рёбра, образуя структуру  $S = \{V, MV, E\}$  [1], [5]. Такая структура позволяет отразить не только знания и их атрибуты, но и взаимосвязи между различными учебными элементами. Атрибутивные вершины метаграфа, содержащие множество атрибутов, могут символизировать разнообразные образовательные объекты — от теорем и понятий до учебных заданий и проектов.

Метаграф может служить наглядным пособием для описания онтологии образовательной программы, где каждая вершина и мета-вершина иллюстрирует определенный учебный блок или модуль. В то же время, динамический характер современных образовательных систем требует гибкости в описании и адаптации структуры метаграфа, что подчеркивает необходимость развития новых подходов в онтологическом инжиниринге.

Из-за необходимости оперативного обновления структуры и параметров системы в образовательном процессе, границы между атрибутами и вершинами могут стать недостаточно четкими. В некоторых образовательных моделях вершины метаграфа могут представлять собой упрощенные мета-вершины, не содержащие в себе дополнительных вершин. Кроме того, классический метаграф не имеет встроенных функций для обнаружения событий и их обработки, что может осложнить моделирование динамичных учебных процессов.

Чтобы преодолеть эти ограничения, предлагается модифицировать понятия вершины и мета-вершины до узла метаграфа ( $N$ ):

$$N = \{I, AS, EV, M\},$$

где  $I$  — это имя узла,  $EV$  — комплекс событий, связанных с узлом,  $M$  — набор методов. Набор атрибутов  $A$  превращается в  $AS$  — набор ассоциативных атрибутов, включающих в себя как значения так и ссылки на другие узлы мета-графа:

$$AS = \{A, N^*\}.$$

Такая разновидность метаграфа (мета-ассоциативный граф) повышает эффективность в области онтологического инжиниринга, облегчая проектирование системной и процессной онтологии.

В образовательном контексте ссылки на узлы могут функционировать как аналоги связей между учебными модулями, обеспечивая таким образом структурированное образовательное пространство. Любой элемент курса или

модуль может быть преобразован в мета-элемент, что позволяет расширить возможности для комбинирования и интеграции учебного материала.

Когда ассоциативная связь не требуется, ссылки могут быть представлены как обычные атрибуты, что увеличивает гибкость в описании онтологии и моделировании образовательных систем, превращая метаграфы в мощный инструмент для разработки онтологий сложных образовательных кибер-физических систем.

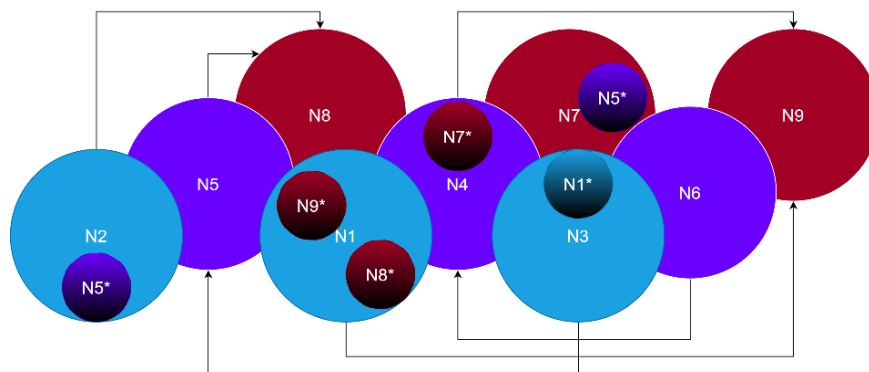


Рис.2 – Мета-ассоциативный граф

Предложенная разновидность метаграфа вносит процессные элементы в онтологическую структуру образовательных систем, делая возможным создание эффективных и экономичных процессных моделей, базирующихся на общей онтологической базе [7].

### Реализация системы управления образовательным пространством университета на основе разработанной программно-инструментальной среды

Нами разработана программно-инструментальная среда, позволяющая проектировать онтологии и бизнес-процессы предметной области без использования кода (no-code), а в сложных случаях реализуя необходимые методы используя минимальное количество кода (low-code). Такой подход позволяет преодолеть семантический разрыв между экспертами, архитекторами и разработчиками программного обеспечения. Разработчики могут привлекаться только в случаях, когда требуется создание новых или доработка существующих инструментов среды. Специалистам предметной области достаточно базовых навыков автоматизированного проектирования для создания онтологии предметной области или реализации бизнес-процессов сложной кибер-физической системы [4], [6].

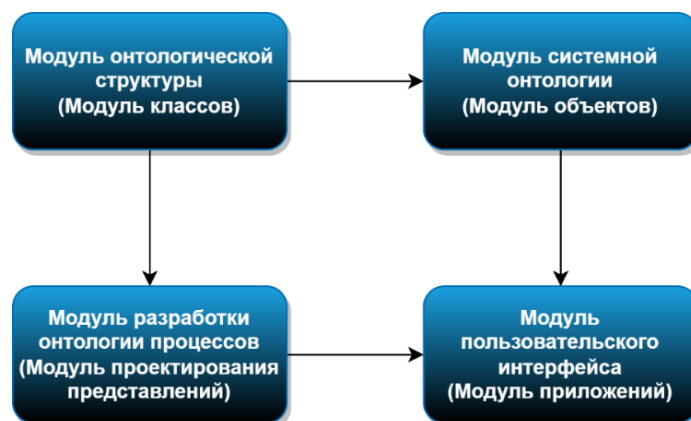


Рис.3 – Структура программно-инструментальной среды

Для реализации системы управления образовательным пространством Белорусско-Российского университета, на основе нашей программно-инструментальной среды, были разработаны:

- онтологическая структура предметной области, включающая более 400 классов;
- системная онтология, включающая более 700 000 объектов;
- онтологии процессов, включающие более 100 приложений, содержащих более 1 200 представлений.

Для онтологического инжиниринга предметной области использовался модуль онтологической структуры, который позволяет спроектировать онтологию в виде мета-ассоциативного графа, включая процессную составляющую в виде методов.

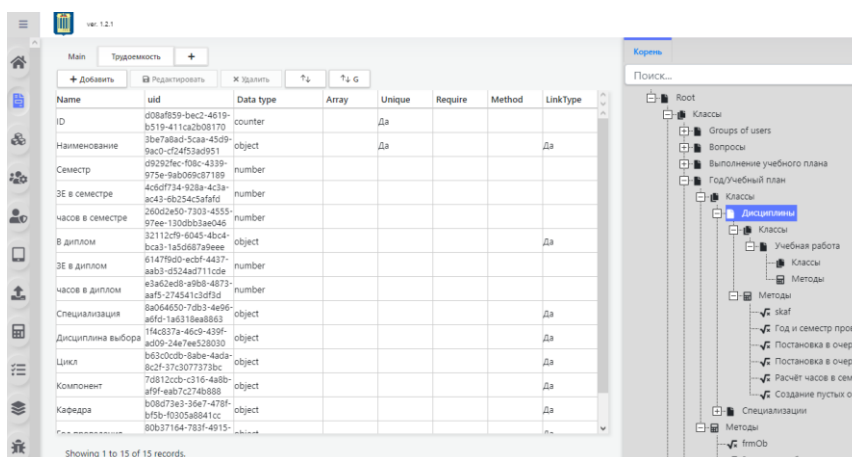


Рис.4 – Модуль онтологической структуры

Для реализации методов разработан язык программирования, который интегрируется с онтологией и позволяет использовать как классы онтологии так и её объекты

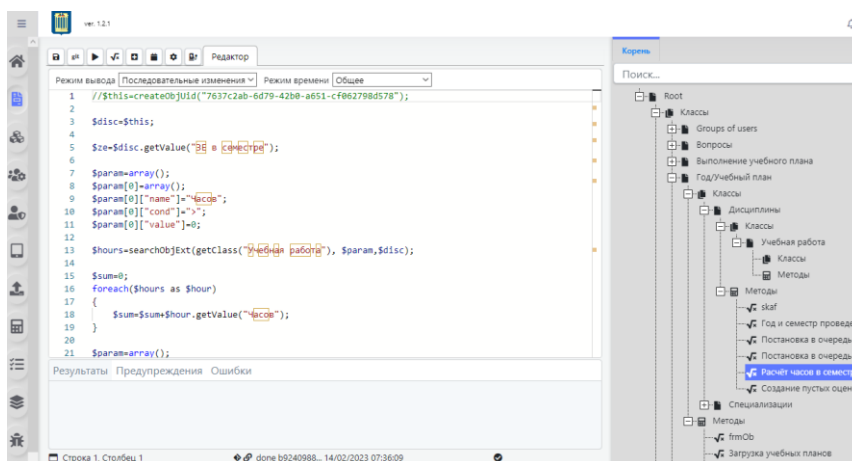


Рис.5 – Проектирование методов онтологии на основе разработанного языка программирования

Для разработки и реализации бизнес-логики сложной кибер-физической системы необходим модуль разработки пользовательского интерфейса, в который интегрированы возможности вызова методов онтологии. Одни и те же

онтологические сущности могут быть организованы разными способами, что обеспечивает гибкость построения бизнес-процессов кибер-физической системы.

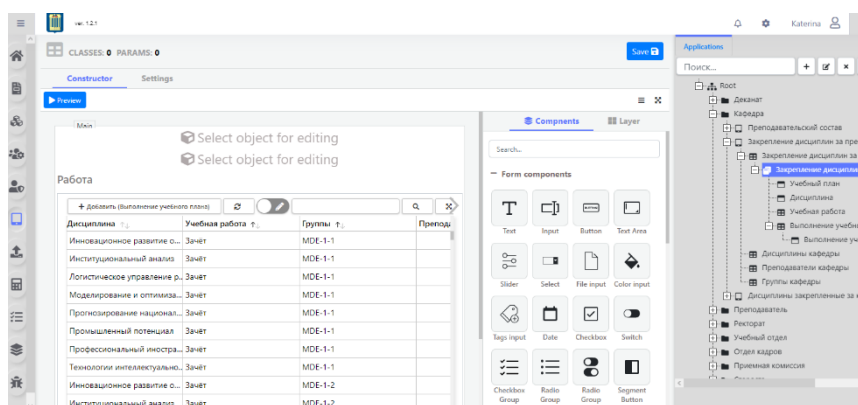


Рис.6 – Модуль разработки пользовательского интерфейса

## Выводы.

Онтологический подход обеспечил революционные изменения в проектировании, управлении и сопровождении информационно-образовательных пространств, позволяя формализовать сложные связи и адаптироваться к изменениям в учебном процессе. Использование мета-ассоциативных графов в качестве инструментария для онтологического инжиниринга системы стало ключевым моментом, который позволил преодолеть ограничения традиционных методов.

Система "Электронный университет" является примером эффективной интеграции информационных технологий в управленческие процессы, что не только улучшает текущее функционирование университета, но и готовит почву для дальнейшего развития и инноваций. Проект выявил, что автоматизация на основе онтологического подхода способствует не только упрощению управленческих задач, но и повышает качество образовательных услуг, делая их более доступными и адаптированными к потребностям студентов.

В перспективе, система предлагает возможности для анализа больших данных, что может привести к более глубокому пониманию и прогнозированию трендов в образовании, а также к созданию персонализированных учебных планов и методик. Это, в свою очередь, сможет укрепить позиции Белорусско-Российского университета на рынке образовательных услуг и сделать его более конкурентоспособным.

Такой подход может служить моделью для других образовательных институтов, стремящихся к повышению эффективности и качества образования в условиях глобальной цифровизации.

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Basu A., Blanning R. Metagraphs and their applications. Springer, 2007. 174 p.
2. Bobryakov A., Misnik A. and Prakapenka S. Management of industrial and technological processes of complex systems based on modified neuro-fuzzy Petri nets // CEUR Workshop Proceedings: Russian Advances in Fuzzy Systems and Soft Computing: Selected Contributions to the 10th International Conference on «Integrated Models and Soft Computing in Artificial Intelligence», IMSC 2021. — 2021. — Vol. 2965. — P. 276-283



3. Bobryakov A. V., Borisov V. V., Misnik A. E. and Prokopenko S. A., "Design and Implementation of Information-Analytical and Industrial and Technological Processes in Production Based on Neuro-Fuzzy Petri Nets," 2022 VI International Conference on Information Technologies in Engineering Education (Inforino), 2022, pp. 1-6, doi: 10.1109/Inforino53888.2022.9782997.
4. Borisov V.V., Zakharchenkov K.V., Kutuzov V.V., Misnik A.E. and Prokopenko S.A. Modeling educational processes based on neuro-fuzzy temporal Petri nets // Applied Informatics. 2021.Vol. 16.No. 4, pp. 35–47. DOI: 10.37791 / 2687-0649-2021-16-4-35-47
5. Gapanyuk Yu.E. Metagraph Approach to the Information-Analytical Systems Development. In: Proceedings of the 6th International Conference Actual Problems of System and Software Engineering, Moscow, Russia, 2019, pp. 428-439.
6. Soshnikov D. Software Toolkit for Building Embedded and Distributed Knowledge-Based Systems // In Proceedings of the 2nd International Workshop on Computer Science and Information Technologies CSIT' 2000. Ufa, 2000. P. 103-111.
7. Misnik A. E., "Ontological Engineering on Metagraphs Basis," 2022 VI International Conference on Information Technologies in Engineering Education (Inforino), 2022, pp. 1-6, doi: 10.1109/Inforino53888.2022.9782909.

**УДК 004.9**

*Мухеев А. Г.*

*к.ф.-м.н., доцент, Финансовый университет, Москва*

## **ПРОЦЕССНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ДОКУМЕНТАМИ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССАМИ С ОТКРЫТЫМ КОДОМ**

Путем интеграции системы управления бизнес-процессами с открытым кодом со свободной библиотекой, поддерживающей работу с ЭЦП, построена свободная система автоматизации внутреннего электронного документооборота предприятия. Приведены примеры бизнес-процессов электронного документооборота.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** Система управления бизнес-процессами, ЭЦП, документооборот

Процессный подход представляет деятельность организации в виде набора исполняющихся бизнес-процессов [1-6]. В системах управления бизнес-процессами по схемам экземпляров бизнес-процессов перемещаются точки управления, в определенных узлах схемы точки управления генерируют задания, которые направляются на выполнение как сотрудникам, так и информационным системам предприятия. Схемы бизнес-процессов разрабатываются так, чтобы задания в производственных цепочках действий выполнялись согласованно и в нужном порядке. Таким образом можно автоматизировать процессы согласования решений. Кроме того, большинство систем управления бизнес-процессами умеет автоматически генерировать документы по вводимым пользователями данным. Однако, этой функциональности недостаточно для автоматизации внутреннего документооборота предприятия. Для реализации документооборота нужна поддержка подписания документов электронно-цифровой подписью (ЭЦП).

Поэтому свободная система работы с документами была построена путем интеграции российской системы управления бизнес-процессами с открытым

исходным кодом RunaWFE Free [7] с библиотеками Bouncy Castle и Pdfbox. Библиотека Bouncy Castle применяется для работы с ЭЦП, а библиотека Pdfbox - для работы с pdf-файлами. Бизнес-процессы взаимодействуют с библиотеками через графические элементы форм заданий пользователям и располагающиеся на схеме бизнес-процесса задачи-сценарии.

Для организации внутреннего документооборота должен быть сгенерирован корневой сертификат ЭЦП. На рис. 1 показан элемент графического интерфейса системы управления бизнес-процессами, созданный для работы с корневым сертификатом.

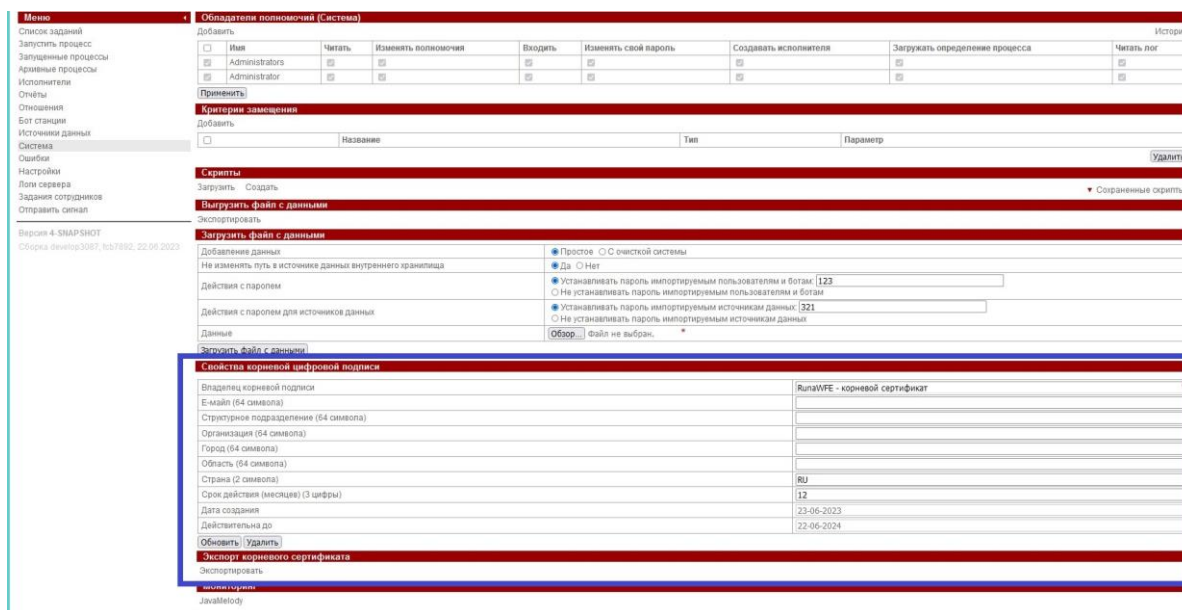


Рис. 1 – Данные корневого сертификата

На рис. 2 показано, как информация об ЭЦП была добавлена в свойства пользователя

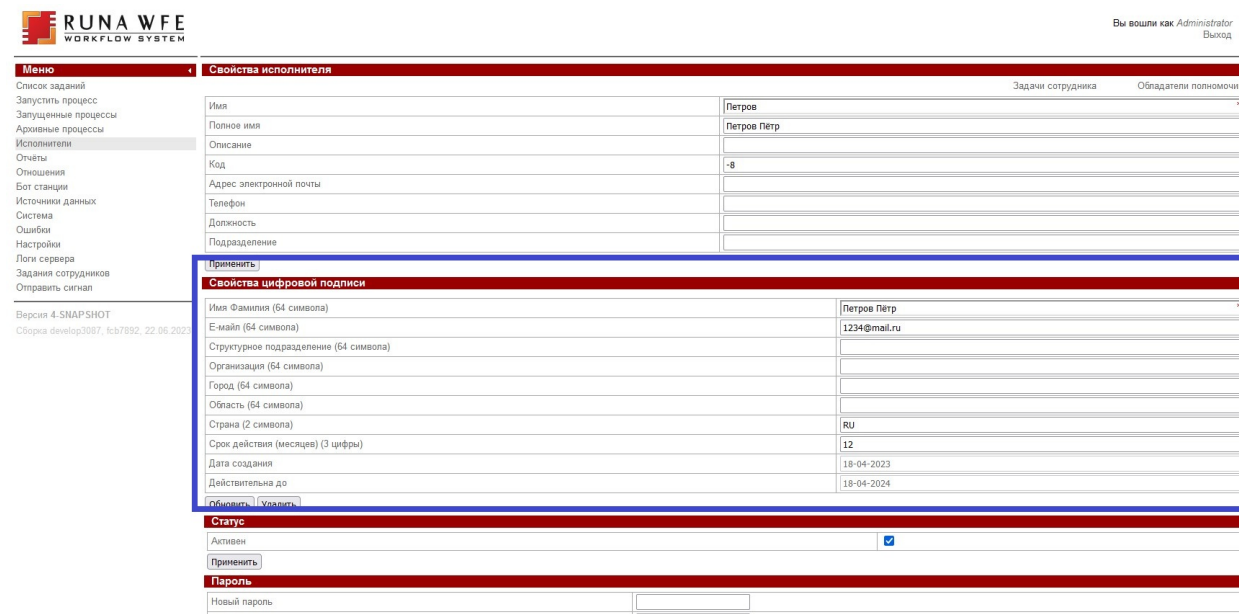


Рис. 2 – ЭЦП пользователя

Подписание документа производится в обработчике задачи-сценария, проверка подписи производится в другом обработчике задачи-сценария. Закрытые ключи пользователей и корневого сертификата хранятся в базе данных в виде PKCS#12 контейнеров сериализованных в массив байтов.

На рисунке 3 изображен фрагмент бизнес-процесса, в котором происходит подписание и проверка подписи.

Граф Процесса

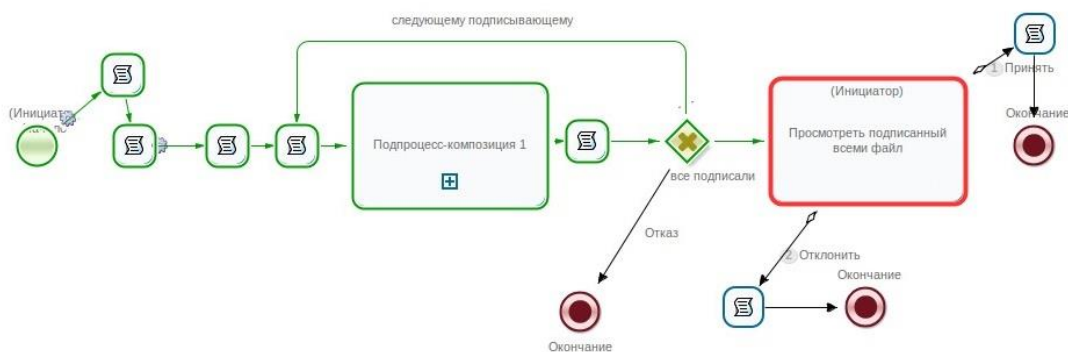


Рис. 3 – Согласование документа

Подпись является присоединенной к документу. Во время подписания документа его текст вносится информация, приведенная на Рис. 4.

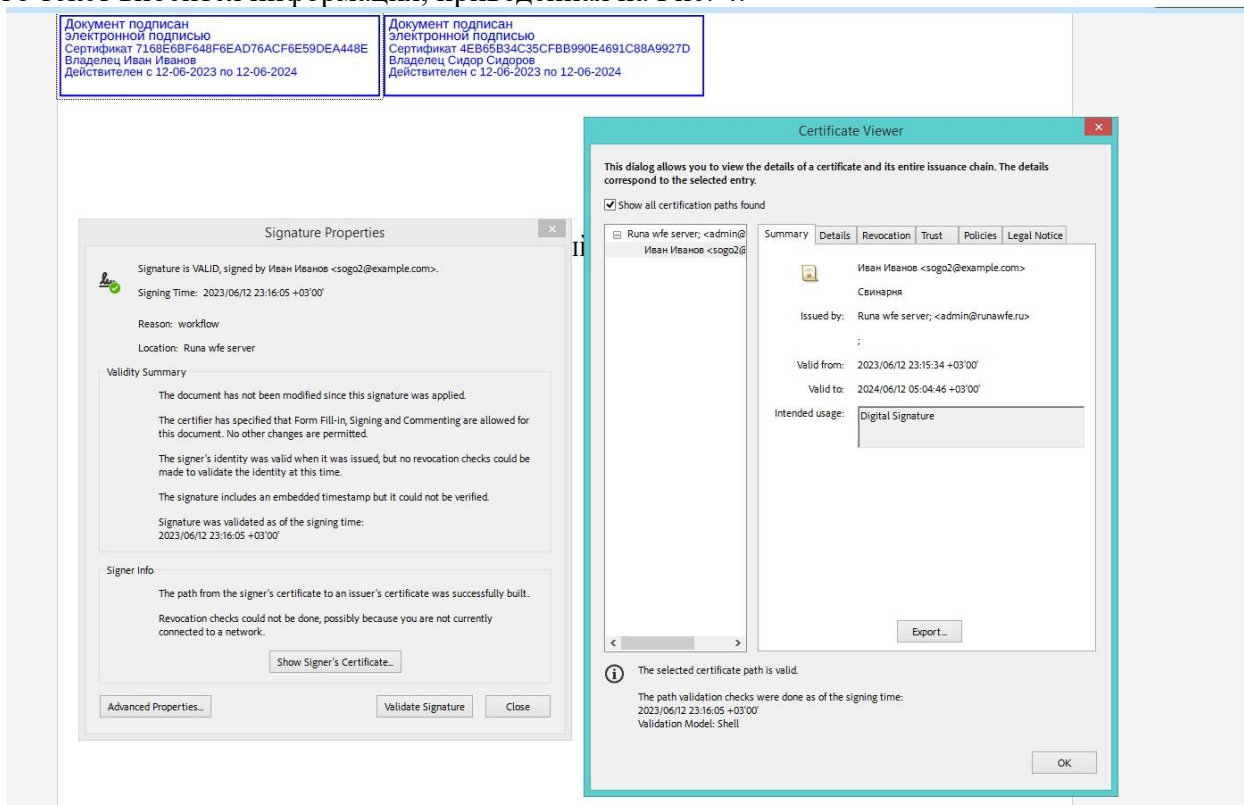


Рис. 4 – Подписанный документ

На рис. 5 приведена форма задания бизнес-процесса согласования документа.

Форма задания								
Имя	Описание	Имя корневого процесса	Номер экземпляра корневого процесса	Владелец	Роль	Время окончания	Создана	
<input checked="" type="checkbox"/>	Согласовать подпись документа	Согласование и подпись параллельная версия 8	63	Согласовалкина	Согласователь2	20.05.2023 10:28	20.05.2023 08:28	

Посмотрите файл и согласуйте его для подписи

Задача: *чуть поспокойнее с возвратами\_v1*

Срок общего выполнения: 21.05.2023 00:00

Файл для согласования: 56907\_visual.pdf

Добавить комментарий:

Дата	Исполнитель	Комментарий

Статусы документа по участникам	
Согласовалин Игорь Петрович	Запланировано
Подписалин Сергей Петрович	Запланировано
Согласовалина Ирина Викторовна	Запланировано
Инициаторов Инициатор Инициаторовин / Инициатор	Запущен
Подписалина Сирена Ивановна	Запланировано

Рис. 5 – Форма задания

Программный код, реализующий разработанную функциональность, позволяющую автоматизировать внутренний документооборот предприятия, выложен на портал разработчиков свободного программного обеспечения Github в проект RunaWFE Free.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Калянов Г.Н. Моделирование, анализ, реорганизация и автоматизация бизнес-процессов. М.: Финансы и статистика; 2006. 240 с.
2. Андерсен Б. Бизнес-процессы. Инструменты совершенствования /Пер. с англ. С.В. Ариничева /Науч. ред. Ю.П. Адлер. - М.: РИА Стандарты и качество, 2003. -272 с.
3. Репин В.В. Бизнес-процессы компании: построение, анализ, регламентация. М.: РИА "Стандарты и качество"; 2007: 240 с.
4. Кловпулос Т. Необходимость Workflow. М.: Весть-МетаТехнология; 2000: 384 с.
5. Вагнер Ю. Б. BPM-эффект // Автоматизация в промышленности. 2009: №7
6. Федоров И.Г. Моделирование бизнес-процессов в нотации BPMN 2.0 – М.: МЭСИ, 2013 — 264 с.
7. Михеев А.Г., Орлов М.В. Система управления бизнес-процессами и административными регламентами // Программные продукты и системы, № 3 2011 с. 126 – 130.

УДК 004.94

*Орешина М.Н.*

*доктор технических наук, профессор кафедры ПИИИБ  
РЭУ им. Г. В. Плеханова, г. Москва*

## ЦИФРОВЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В статье рассмотрена трансформация информационных систем в условиях роста данных и автоматизации всех процессов предприятия пищевой промышленности с учетом специфики производств, обусловленной жесткими требованиями к хранению и производству продукции. Использование основных стратегических подходов для цифровизации пищевых предприятий позволяет на основе внедрения и разработки современных информационных технологий производить высококачественную продукцию.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** информационные технологии; системы контроля и автоматизации; цифровая платформа; иерархическая система информационных систем, SCADA- системы, контроллеры, датчики, сенсоры.

В современных условиях функционирование предприятий невозможно без грамотно организованной структуры информационных систем, так как все операции как производственного процесса, так и процессов управления и документооборота автоматизированы. Также изменились требования и к хранению данных, в связи с их быстрым ростом, поэтому возник дефицит специалистов по обработке больших данных, архитектуре информационных систем и защите информации, способных в короткое время перенастроить структуру информационных систем. Целью данной статьи является показать трансформацию информационных систем в условиях роста данных и автоматизации всех процессов предприятия.

Перед IT- специалистами также остро встала проблема замены зарубежных программ, отечественными разработками, отвечающих всем требованиям: эффективность, единые бизнес-процессы, масштабируемость, полная прозрачность процессов, автоматизация отчетов и сильное планирование, защита данных. Процесс сбора, перемещения и трансформации данных приведен на схеме рис. 1. Первый уровень представлен первичными преобразователями сигналов датчиками и сенсорами, они отвечают за сбор параметров от работающего оборудования. В производственных условиях чаще всего контролируются температура, давление, расход, перемещение в различных плоскостях и вращательное движение движущихся элементов оборудования, таких как шнеки, шестерни, валы. Измеренные аналоговыми датчиками значения в виде электрических сигналов поступают на усилители, где фильтруются от помех и увеличиваются по амплитуде, с целью передачи на требуемое расстояние. Далее сигналы с помощью плат АЦП-ЦАП преобразуются в цифровой вид для обработки информационными системами (SCADA-системами) контроллеров и ЭВМ (АРМ- автоматизированными рабочими местами операторов). SCADA-система выполнена в виде иерархической структуры подпрограмм, начиная от отдельных единиц оборудования до подпрограмм цехов и укрупненных производственных участков, объединенных общими технологическими процессами. Концепция SCADA-систем включает в себя три основные технологии: IBM PC совместимые аппаратные платформы промышленной сети, сеть Ethernet и современные Web-технологии. Пример иерархической структуры CSADA – системы для пищевого предприятия приведен на рис.2. С помощью SCADA-систем осуществляется контроль параметров и выработка управляющих сигналов, а также тревожных сигналов при выходе параметров за допустимые пределы или поломке оборудования. В настоящее время датчики от несколько работающих двигателей на предприятии способны собрать терабайты информации. Полная независимость иерархической модели системы от модели объекта позволяет создавать их в любом порядке, а уже затем связывать друг с другом. Благодаря этому можно создать проект, а выбор его технической реализации, распределение его частей

по отдельным компьютерам и контроллерам произвести на последнем этапе разработки. Совершенно безболезненно можно перенести созданный проект с одного комплекта технических средств на другой в любой момент. Причем отладка контроллерных программ может быть произведена вообще не на физическом контроллере, а на его программном имитаторе на компьютере. Перенос распределенной системы с полигона разработчика на целевую систему также не требует никаких перенастроек, задания новых IP-адресов или сетевых имен все компьютеры находят друг друга в сети по проектным именам. Далее данные поступают в MES- системы, то есть информационные системы служб главного механика, главного инженера, энергетика для формирования стратегических задач, связанных с планированием ресурсов предприятия, разработкой графиков текущего и планового ремонта оборудования, покупки и замены единиц оборудования, сборочных конструкций и типовых деталей. Согласно схеме рис. 1 информация от MES- систем поступает в ERP-системы предприятия – это уровень уже транзакционных систем, отвечающих за финансово-хозяйственное управление, бухгалтерский учет и кадровый контроль. Решение задач стратегического планирование возложено на OLAP- системы, с помощью которых менеджерами высшего звена разработаются планы продаж, планируется ожидаемая прибыль и определяется бюджет компании. Задачи разработки сценария развития компании (предприятия) решаются с использованием аналитических приложений, где основу составляют системы искусственного интеллекта, с использованием регрессионных моделей, методов кластеризации и классификации и др.

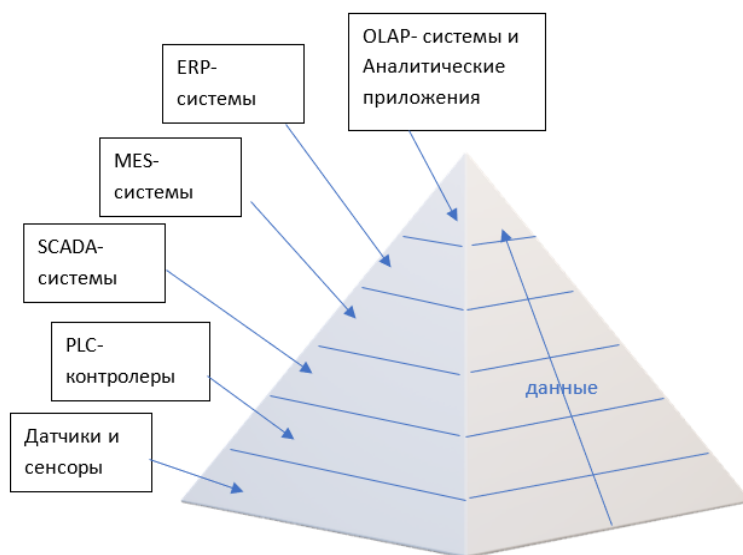


Рис. 1 Схема потока данных в Информационных системах предприятия

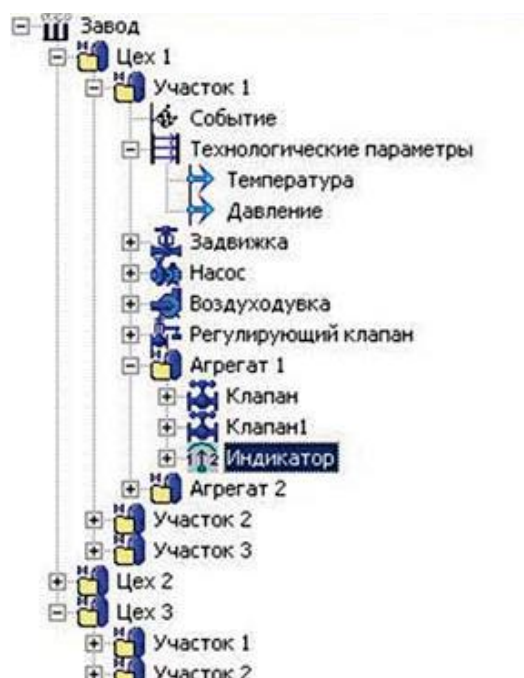


Рис. 2 Иерархическая структура SCADA-системы

Возможности современных информационных технологий обеспечивают создание и функционирование высокоточных и надежных систем контроля и регулирования технологических процессов в пищевой промышленности, прикладной биотехнологии и других производствах АПК.

Использование основных стратегических подходов для цифровизации пищевых предприятий позволяет на основе внедрения и разработки современных информационных технологий и аппаратных средств создавать цифровые двойники предприятий, применять единые цифровые платформы для управления предприятием, модернизировать технологические и бизнес - процессы организации, улучшать обслуживание клиентов с целью создания высокопроизводительных и конкурентноспособных производств для обеспечения населения качественной продукцией.

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Орешина М.Н. Математические основы инновационных технологий в перерабатывающих отраслях АПК – М.: Издательский дом ГУУ, 2019. – 118 с.
2. Орешина М.Н. Инновационные технологии в АПК на основе внедрения SCADA-систем, полученный экономический эффект / М. Н. Орешина, Ю.В. Сафронова. – Международный сельскохозяйственный журнал, 2014, №6. С.39-41.
3. Орешина М.Н. Модельные и стендовые испытания технических систем с использованием IT- технологий / М. Н. Орешина, В.Ю. Кириллов. - Материалы III-ого Международного научного форума «Шаг в будущее: искусственный интеллект и цифровая экономика: SMART NATIONS: Экономика цифрового равенства – С.225-230
4. Орешина М.Н. Защита информации на промышленных предприятиях в рамках перехода к цифровому формату ведения хозяйственной деятельности. - Материалы II-ого Международного научного форума «Шаг в будущее: Искусственный интеллект и цифровая экономика» (6-7 декабря 2018 г.), - М.: Издательский дом ГУУ, выпуск 4, 2018. – С. 320-323.

5. Официальный сайт компании SAP: <https://www.sap.com/index.html> (дата обращения 29.12.2022).

6. Официальный сайт компании Oracle: <https://www.oracle.com/index.html> (дата обращения 29.12.2022).

7. Официальный сайт компании SIEMENS <https://new.siemens.com/ru/ru/kompaniya.html> (дата обращения 29.12.2022).

8. Официальный сайт компании Microsoft <https://www.microsoft.com/ru-ru> (дата обращения 29.12.2022).

**УДК 004**

*Палюх Б. В., Чесалов А. Ю.*

*д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Информационные системы» ТвГТУ, г. Тверь  
к.т.н., инженер МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва*

## **МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ ОТРАСЛИ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ОБОРУДОВАНИЯ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ**

В настоящей статье предложен методологический подход к цифровой трансформации продуктов и услуг производителей оборудования неразрушающего контроля на основе реализации комплекса мероприятий, основывающихся на прорывных и перспективных технологиях «Индустрии 4.0», которые позволят создать на первом этапе цифровую инфраструктуру предприятий производителей, а в последствии экосистему неразрушающего контроля, способную объединить разрозненные цифровые решения, платформы, системы и десятки тысяч «умных» устройств в рамках одного информационного поля, а также дать толчок к созданию и развитию новых конкурентных продуктов и услуг в Российской Федерации.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** неразрушающий контроль; стандартизация; цифровая трансформация; цифровая платформа; машинное обучение; сверточная нейронная сеть; алгоритм распознавания образов дефектов; алгоритм синтеза 3D-изображений; алгоритм классификации изображений.

**Введение.** В текущих экономических условиях, когда идея импортозамещения изжила себя полностью, внедрение новых отечественных информационных технологий в производстве приборов неразрушающего контроля, а также цифровых инноваций в промышленной безопасности в большинстве отраслей экономики, созданных ведущими научными организациями, является приоритетным направлением в формировании и развитии технологического суверенитета Российской Федерации.

**Основная часть.** В основе всех процессов формирования и развития технологического суверенитета нашей страны находится Цифровая трансформация производителей и потребителей продуктов и услуг.

Цель цифровой трансформации продуктов и услуг производителей оборудования неразрушающего контроля должна заключаться в реализации ряда комплексных мероприятий и проектов основывающихся на прорывных и перспективных технологиях «Индустрии 4.0», которые позволят создать на первом этапе цифровую инфраструктуру, а в последствии экосистему неразрушающего контроля, способную не только объединить разрозненные цифровые решения, платформы, системы и десятки тысяч «умных» устройств в рамках одного информационного поля, но и дать



толчок к созданию и развитию новых конкурентных продуктов и услуг в Российской Федерации и за ее пределами.

Важным аспектом проектирования, разработки, производства и развития новых «умных» приборов неразрушающего контроля является применение передовых технологий четвертой промышленной революции, к которым можно отнести: технологии работы с большими данными, машинное обучение и искусственный интеллект, а также создание цифровых платформ и сервисов, функционирующих в рамках вышеупомянутой цифровой экосистемы.

Под цифровой инфраструктурой неразрушающего контроля понимается комплекс нормативно-технических и программно-аппаратных решений (ПАК), обеспечивающий разработку, реализацию и поддержку новых «умных» продуктов и цифровых услуг.

Создание цифровой инфраструктуры неразрушающего контроля должно основываться, прежде всего, на определении перечня (стека) базовых технологий, которые будут взяты за основу при его реализации.

Ниже представлен универсальный технологический стек для разработки и создания цифрового платформенного решения неразрушающего контроля производителей оборудования:



Рисунок 1 - Технологический стек цифровой платформы неразрушающего контроля.

Одним из приоритетных направлений для отечественной промышленности является широкое использование технологий промышленного Интернета вещей. В свою очередь, правильная компоновка технологического стека позволяет в кратчайшие сроки приступить к проектированию и созданию новых платформенных решений.

В основе цифровой платформы неразрушающего контроля должны быть использованы передовые информационные технологии, способные обеспечить сбор и анализ данных с сотен тысяч устройств неразрушающего контроля в интересах промышленных предприятий.

Текущая проблема на отечественном рынке «умных» устройств неразрушающего контроля заключается в:

- Полном отсутствии на рынке «умного» - оборудования промышленного Интернета вещей неразрушающего контроля, производимого в Российской Федерации.
- Отсутствии цифрового протокола обмена данными, позволяющего собирать гетерогенные данные с сотен тысяч устройств неразрушающего контроля. Цифровой протокол позволит создать отечественное «smart» - оборудование.
- Отсутствии централизованной системы сбора, разметки и

интеллектуальной постобработки полученных данных «умного»-оборудования. Нет системы, позволяющей промышленным и индустриальным партнерам и заказчикам получать в реальном времени верифицированные данные неразрушающего контроля.

- Отсутствию отечественного платформенного решения в области неразрушающего контроля, реализующего цифровые сервисы по верификации, обработке и постобработке больших гетерогенных данных «умного»-оборудования и их дальнейшему использованию в аналитических системах и системах поддержки принятия решений промышленных и индустриальных партнеров и заказчиков.

На сегодняшний день, создание отечественного отраслевого платформенного решения, обработки и верификации гетерогенных данных «умного»-оборудования неразрушающего контроля в режиме реального времени для устройств промышленного Интернета вещей на основе применения новых технологий обработки больших массивов данных, глубокого машинного обучения, а также отечественного аппаратного комплекса высокой производительности для решения широкого круга задач неразрушающего контроля в интересах промышленных предприятий Российской Федерации – одна из приоритетных задач Укрепления национальной безопасности Российской Федерации, решение которой позволит получить новый «цифровой» инструмент государственной политики в области промышленной безопасности и существенно снизить риски возникновения аварий и чрезвычайных ситуаций.

Создание отечественного отраслевого платформенного решения предлагается реализовать в соответствии с предложенной дорожной картой:



Рисунок 2 - Основные этапы реализации комплексного проекта создания цифровой инфраструктуры неразрушающего контроля.

Основное назначение платформенного решения должно заключаться в сквозной автоматизации сложных рутинных процессов сбора и обработки большого количества разнородных данных с миллионов «умных» - устройств неразрушающего контроля (по универсальному протоколу), требующих высокой квалификации инженерно-технического персонала, а также предоставление цифровых сервисов по их обработке и постобработке (в т.ч. верификации) при помощи новых технологий, с целью получения новых знаний, дополнительной ценности из имеющихся данных промышленных предприятий для повышения эффективности и безопасности производства продукции, строительства и эксплуатации промышленной инфраструктуры.

Решение данной проблемы, при выполнении операций неразрушающего контроля, позволит:

- Повысить производительность труда при выполнении операций неразрушающего контроля за счет сокращения времени контроля и увеличения объема контролируемых объектов в автоматизированном режиме.
- Повысить качество, точность и достоверность, получаемых данных.
- Снизить риски возникновения аварий и стоимость возможного ущерба.

Это достигается, в том числе, за счет создания и совершенствования научно-технического потенциала, реализуемого в платформенном решении, а именно:

- Разработки новых и комплексирования различных методов неразрушающего контроля для установления точной локализации дефектов.
- Математического моделирования и применения новых технологий машинного обучения, в том числе:
  - Алгоритмов распознавания образов дефектов с использованием сверточной нейронной сети и самообучаемых классификаторов новых образов дефектов, построенных по архитектуре адаптивно-резонансной теории.
  - Алгоритмов синтеза трехмерного образа (3D-томограммы) по диаграммам «срезов» объекта (2D-томограммам), полученным методом много ресурсного ультразвукового зондирования.
  - Алгоритмов классификации состояний диагностируемого объекта (нормального или аномального).
- Формирования единых требований к структуре и составу данных результатов неразрушающего контроля, реализованных в виде универсального протокола (в дальнейшем проведение работ по созданию государственного стандарта).

**Заключение.** На основании всего вышесказанного, разработка платформенного решения, для предприятий и организаций различных отраслей экономики, позволяет повысить уровень диагностики материалов, изделий и конструкций, являющихся как средствами, так и объектами производства, а также создавать и развивать на ее основе новые цифровые инструменты («умного» оборудования и систем автоматизации) с применением новых информационных технологий.

Это в свою очередь позволяют значительно повысить уровень промышленной безопасности предприятий Российской Федерации и заложить твердую основу технологического суверенитета нашей страны.



Рисунок 3 - Обеспечение национальных приоритетов: переход страны к цифровой экономике, цифровизация промышленного сектора, импортозамещение.

Проекты данного уровня реализуются в рамках Федерального проекта «Цифровые технологии» Национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» (Паспорт Программы утвержден протоколом заседания президиума Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам от 04.06.2019 № 7). Источником финансирования являются гранты Российского фонда развития информационных технологий (РФРИТ) из федерального бюджета согласно Постановлению Правительства РФ от 03.05.2019 №550 «Об утверждении Правил предоставления субсидии из федерального бюджета Российскому фонду развития информационных технологий на поддержку проектов по разработке и внедрению российских решений в сфере информационных технологий».

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Абдрахманова Г.И. Индикаторы цифровой экономики: 2022 / Г.И. Абдрахманова, С.А. Васильковский, К.О. Вишневецкий и др. — М.: НИУ ВШЭ, 2023. — 332 с.
2. Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» // Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации URL: [https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/858/?utm\\_referrer=https%3a%2f%2fwww.yandex.ru%2f](https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/858/?utm_referrer=https%3a%2f%2fwww.yandex.ru%2f) (дата обращения: 03.11.2023).
3. Марина Шапот. Интеллектуальный анализ данных в системах поддержки решений. //Открытые системы № 1, 98 с.30-35
4. Матинян, С. Г. Анализ ключевых проблем и угроз стремительного развития технологий искусственного интеллекта / С. Г. Матинян, Е. С. Альберт // Инновации и инвестиции. – 2023. – № 6. – С. 128-131. – EDN MRJKAD.

УДК 004.9

*Пашков П.М., Исаев Д.В.*

*1. к.э.н., доцент, НГУЭУ, p.m.pashkov@nsuem.ru*

*2. аспирант НГУЭУ, isaev\_alt@mail.ru*

### ПОДХОД К ОБЕСПЕЧЕНИЮ ДОВЕРИЯ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ НА БАЗЕ 1С-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПЕРЕХОДЕ К ПРОТОКОЛАМ WEB3

В статье обсуждается проблема обеспечения доверия в информационных системах. Целью исследования является разработка подхода к обеспечению доверия в информационных системах на базе технологий 1С при переходе к протоколам WEB3. В результате исследования выявлены особенности обеспечения доверия в информационных системах, сформирована концепция применения протоколов WEB3 для обеспечения доверия, определен подход к обеспечению доверия в информационных системах, реализуемых на базе технологической платформы 1С.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** доверие, информационная система, протокол WEB3, платформа 1С

#### Введение

Тема доверия в информационных системах (ИС) играет решающую роль в современном цифровом мире, где массовое использование информационных технологий пронизывает все сферы деятельности человека. Доверие в ИС становится

краеугольным камнем успешного функционирования государственных и коммерческих организаций, а также жизнедеятельности граждан. Это обусловлено тем, что ИС служат основой для хранения, обработки и передачи огромных объемов данных, включая чувствительные личные, финансовые и корпоративные сведения. Проблема манипулирования доверием в ИС приводит к общественно-значимым инцидентам, таким как дело EVRON, утечка данных Equifax и скандал с выбросами Volkswagen, которые подробно описаны в википедии.

Вопросы доверия в социальных и социально-технических системах, к которым относятся ИС, достаточно широко рассматриваются в отечественной и зарубежной научной литературе [1, 2, 3]. Применительно к ИС вопросы доверия в большей мере исследуются в контексте информационной безопасности. Однако эти вопросы выходят за рамки технологий защиты информации и должны рассматриваться с более широких социальных позиций для многообразного ландшафта используемых на предприятиях ИС, в том числе построенных на основе технологической платформы 1С, в настоящее время представленной версией «1С: Предприятие 8.3»

Одним из эффективных инструментов решения проблемы доверия является использование блокчейн-технологий, которые позволяют перейти при определенных условиях к нулевому доверию. Именно блокчейн является ключевым элементом концепции развития интернета WEB3, которая приходит на смену WEB 2.0., как социальной сети [4]. Новая парадигма интернет-инфраструктуры предполагает переход к использованию протоколов, как это было на ранней стадии развития интернета WEB 1.0. Данный переход существенным образом повлияет на базовую архитектуру ИС, которая позволит решить существенную долю проблем с доверием в ИС. Несмотря на то, что концепция WEB3 находится в настоящий момент в самой верхней точке цикла ажиотажа, вопросы влияния новой концепции технологической инфраструктуры интернет на практику построения ИС и открывающихся возможностей по обеспечению в них доверия в научной литературе рассмотрены недостаточно.

Целью исследования является определение подхода к обеспечению доверия в информационных системах на базе 1С-технологий.

Для достижения необходимо решить следующие задачи:

1. Выявить особенности обеспечения доверия в информационных системах, позволяющие построить концепцию применения протоколов WEB3 для обеспечения доверия в системах;
2. Сформировать концепцию применения протоколов WEB3 для обеспечения доверия в системах, дающие возможность разработать подход к обеспечению доверия в информационных системах на базе 1С;
3. Определить подход к обеспечению доверия в информационных системах на базе 1С, расширяющий область применения 1С-технологий при переходе к протоколам WEB3.

### **Особенности обеспечения доверия в информационных системах**

Понятие доверия исследуется в рамках целого ряда дисциплин: психология, социология, управление. В последнее время в связи с развитием интернета и социальных сетей этот термин стал устойчиво присутствовать в дискурсе исследователей цифровой экономики в контексте цифровой трансформации средств обеспечения доверия.

В широком смысле доверие возникает между двумя акторами, доверителем и доверенным лицом. Доверие основывается на свободном решении, ориентируется на будущее, основывается на опыте и восприятии, влечет за собой риск возможного ущерба, предполагает наличие акта, в котором доверитель делает себя уязвимым перед попечителем. При этом доверие легче разрушить, чем построить [5].

В социологических исследованиях личное доверие противопоставляется системному доверию, что объясняется несимметричностью взаимоотношений в системах. Согласно концепции самореферентной системы, разработанной Луманом, каждый акт доверия – это внутренняя конструкция системы построения доверия в своей среде, которая рассматривает другие возникающие системы как потенциальные объекты доверия. То есть системное доверие – это доверие системы к системе [2].

При рассмотрении архитектуры доверия в системах предлагается выделять следующих:

- *доверителей*: коллективный и индивидуальный;
- *попечителей*: персоны, роли, организации, программы, технологии, ценности и системы [2].

Например, для архитектуры доверия в ИС можно выделить следующих доверителей: пользователь, клиент, владелец системы, директор, предприятие, отдел, заинтересованная организация. В качестве попечителей могут выступать: коллега, администратор системы, Минкомсвязи, стандарт, бесперебойное энергоснабжение, конфиденциальность корпоративная ИС.

К основным особенностям обеспечения доверия в ИС можно отнести:

- *обязательная аутентификация и авторизация*: проверка подлинности пользователей и установление прав доступа к информационной системе являются базовыми, но также и ключевыми элементами обеспечения доверия. ИС должны обеспечивать надежные методы аутентификации, чтобы удостовериться, что пользователи являются теми, за кого они себя выдают, и применять эффективные механизмы авторизации, чтобы ограничивать доступ к данным и ресурсам.

- *обеспечение защиты данных и конфиденциальность*: нельзя получить доверие к ИС без уверенности в безопасности данных, хранящихся и передаваемых в ИС. Широкое применение криптографии, управление доступом и защита от утечек данных играют ключевую роль в обеспечении конфиденциальности и целостности информации.

- *проведение аудита и контроля*: механизмы аудита и мониторинга позволяют отслеживать изменения в системе, регистрировать события и проверять соблюдение правил и политик безопасности. Выявление аномалий также является элементом, повышающим доверие.

- *обеспечение прозрачности и доступности*: обеспечение прозрачности в работе систем и доступности данных и сервисов для пользователей является важным аспектом доверия. Пользователи должны иметь возможность проверить статус системы и доступ к данным.

- *использование современных цифровых технологий*: обеспечение доверия также требует применения современных технологий и методов, таких как блокчейн, искусственный интеллект, машинное обучение и т. д., для усиления безопасности и эффективности систем.

- *соответствие нормативам и стандартам*: возможность проверки соблюдения законодательных и отраслевых норм, международных стандартов

является важной особенностью, которая позволяет подтвердить соответствие ИС требованиям регуляторов и повысить доверие к ней.

- *осуществление собственного контроля пользователей*: пользователи должны иметь возможность управлять своими данными и контролировать, как их информация используется в системе. Это включает в себя настройку приватности и согласие на обработку данных и его отзыв.

Эти особенности способствуют обеспечению доверия в ИС. При этом цифровая природа ИС позволяет применять для обеспечения доверия цифровые технологии, такие как протоколы WEB3.

### **Концепция применения протоколов WEB3 для обеспечения доверия в системах на базе технологической платформы IC**

Появление протоколов WEB3 привело исследователей к их использованию для повышения доверия к ИС [4]. Протоколы WEB3 представляют собой эволюцию интернета, направленную на создание более открытых, децентрализованных и автономных сетей. Они основаны на ряде ключевых принципов и характеристик, которые делают их привлекательными инструментами для обеспечения доверия в цифровой эпохе. Основным принципом протоколов WEB3 является децентрализация. Эти протоколы стремятся уменьшить роль централизованных платформ и площадок, перенося контроль и управление к данным и ресурсам обратно к пользователям. Это способствует уменьшению рисков, связанных с единой точкой отказа или монополией, и увеличению доверия, так как система становится менее подверженной цензуре и манипуляциям. Протоколы WEB3 поддерживают принцип прозрачности, что означает, что все транзакции и операции доступны для проверки в публичных реестрах, обеспечивая доверие пользователей.

Преимущества и недостатки применения протоколов WEB3 с точки зрения доверия требуют внимательного рассмотрения. Среди преимуществ можно выделить повышенную надежность и устойчивость данных благодаря технологии блокчейн, а также автоматизацию и прозрачность смарт-контрактов [6], что способствует увеличению доверия в сделках и контрактах. Однако следует учитывать, что децентрализованные системы могут столкнуться с вызовами, такими как масштабируемость и эффективность, а также проблемами безопасности, связанными с новыми угрозами и уязвимостями. Все эти аспекты требуют глубокого анализа и разработки стратегий для успешной интеграции протоколов WEB3 с целью обеспечения доверия в ИС.

Интеграция протоколов WEB3 в системы, построенные на платформе IC, представляет собой перспективное направление развития для улучшения доверия и расширения функциональности ИС на базе технологической платформы IC. Эта технологическая платформа широко используется для автоматизации бизнес-процессов и учета данных в различных отраслях. Её интеграция с WEB3-технологиями может улучшить ее возможности [7].

Анализ возможности интеграции WEB3-технологий в среду IC представляет собой важный этап при планировании такой интеграции. ИС, построенные на базе технологической платформы IC, могут быть адаптированы для работы с протоколами WEB3, позволяя использовать преимущества децентрализации, блокчейна и смарт-контрактов. Однако это может потребовать разработки специальных модулей и адаптации ИС для совместимости с WEB3-технологиями.

Концепция применения протоколов WEB3 для обеспечения доверия в информационных системах на базе 1С представляет собой комплексный подход, нацеленный на повышение надежности и прозрачности управления данными. На рисунке 1 отражен универсальный бизнес-процесс, реализуемый в приложениях на платформе 1С. Процесс включает ввод или изменение данных, версионирование данных средствами платформы 1С, и завершается сохранением этих данных.

Интеграция приложения 1С с блокчейн-приложениями через API является ключевым элементом данной концепции. Гибкие возможности платформы 1С позволяют взаимодействовать как на уровне клиентского приложения (front-end), так и на уровне серверной части (back-end) информационных систем 1С. Это обеспечивает возможность сохранения и верификации данных и исполнения смарт-контрактов в блокчейн, что создает неизменную и прозрачную цепочку изменений данных. В результате каждый шаг изменения информации остается зафиксированным в блокчейн, что дает возможность убедиться в целостности и истории изменений в любой момент времени.

ИС на платформе 1С имеет возможность взаимодействовать не только с внешними, но и с собственным локальным блокчейн-сервисом, что упрощает доступ к функциям блокчейн внутри собственной системы. Для высоконагруженных ИС, а также при гибридном использовании блокчейн (собственные и сторонние сервисы) возможно использование шины (ESB). Такая концепция может значительно усилить доверие пользователей к информационным системам на базе 1С, укрепляя их позиции как надежных и безопасных платформ для работы с данными [8].

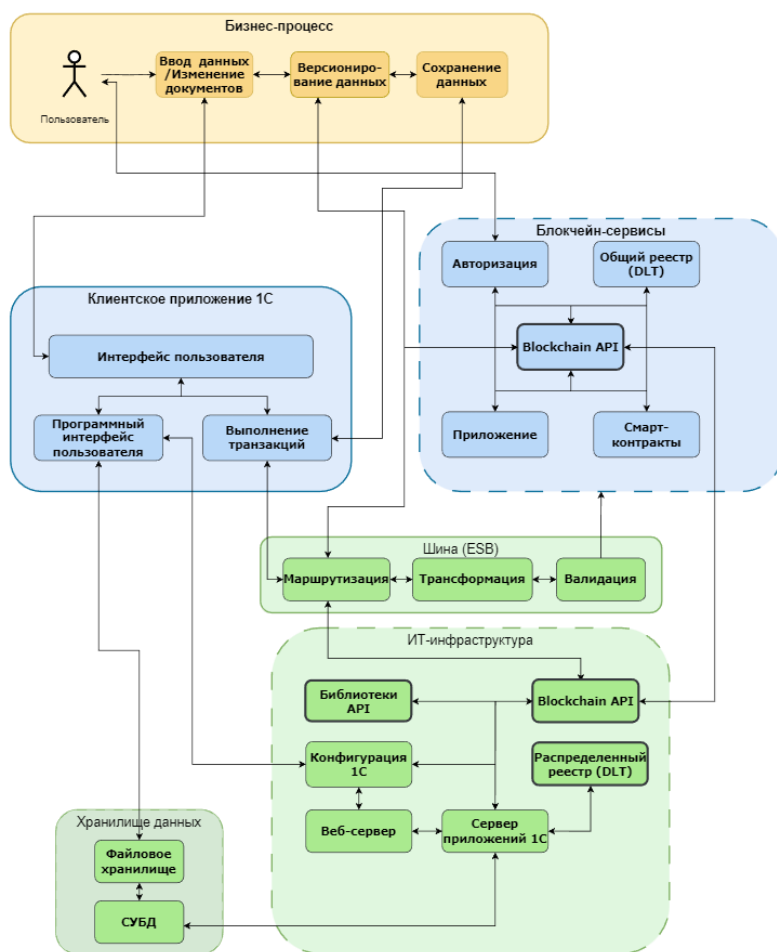


Рис. 1 – Концепция применения протоколов WEB3 для обеспечения доверия в системах на базе платформы 1С



## Подход к обеспечению доверия в информационных системах на базе 1С

В рамках концепции применения протоколов был WEB3 для обеспечения доверия рассматривался универсальный бизнес-процесс, сфокусированный на вводе и хранении данных. В предлагаемом авторами подходе обеспечение доверия начинается с четкого определения проблемы доверия в ИС. Рассмотрим несколько конкретных примеров проблем доверия: утечка конфиденциальных данных, отсутствие аудита и контроля изменения данных и ошибки в расчетах налогов. Структурируем проблемы доверия их описание и решение проблем на базе технологий WEB3 в таблице 1.

Таблица 1. Проблемы доверия, их описание и решение проблем

Проблема доверия	Описание проблемы	Решение проблемы на основе WEB3
Утечка конфиденциальных данных	Если информация о клиентах, партнерах или сотрудниках утекает из системы учета из-за недостаточной безопасности или внутреннего нарушения, это может повредить доверие к системе.	Контроль доступа в систему с помощью блокчейн
Отсутствие аудита и контроля изменения данных	Если система не обеспечивает достаточный уровень аудита и контроля изменений данных, это может создавать недоверие к возможности отслеживания изменений и их подлинности.	Хранение критически важных данных в блокчейн
Ошибка в расчетах налогов	Неправильные расчеты налогов, как следствие ошибок в информационной системе, могут привести к дополнительным налоговым обязательствам и недовольству налогоплательщиков.	Применение смарт-контрактов в процессе расчета налогов

Схема подхода к обеспечению доверия в ИС на базе 1С представлена на рисунке 2. Конкретное выявление проблемы доверия служит отправной точкой для поиска соответствующего решения. Выбор технологии блокчейн является следующим шагом в данном подходе. Но, прежде чем интегрировать блокчейн, необходимо провести тщательный анализ и выбрать подходящий тип блокчейн-сервиса (публичный, частный или гибридный), учитывая специфику информационной системы на платформе 1С и конкретные потребности [9].

Интеграция блокчейн-сервиса или библиотеки с ИС на базе 1С требует не только технических компетенций, но и глубокого понимания обеих систем. Это включает в себя создание интерфейсов, адаптированных для обмена данных между 1С и блокчейн, и обеспечение безопасности данных в процессе передачи и хранения.

Такой подход, начиная с определения проблемы доверия, выбора подходящей технологии блокчейн и завершая интеграцией этой технологии с ИС на платформе 1С, представляет системный и последовательный подход для улучшения доверия пользователей и защиты ИС от различных угроз. Его успешная реализация может значительно улучшить безопасность, целостность и прозрачность ИС на базе 1С.

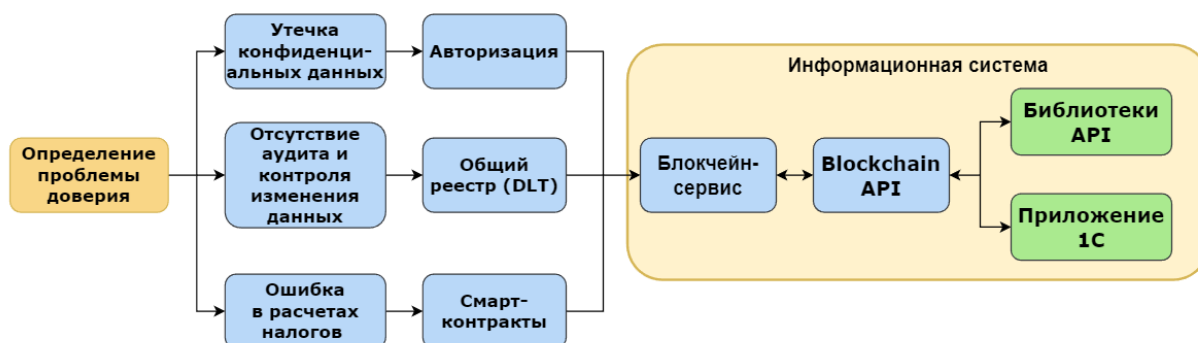


Рис. 2 – Подход к обеспечению доверия в информационных системах на базе 1С

## Заключение

В процессе исследования были получены следующие результаты

1. На основе обзора источников выявлены особенности обеспечения доверия в информационных системах, позволяющие сформировать концепцию применения протоколов WEB3 для обеспечения доверия в системах;
2. Сформирована концепция применения протоколов WEB3 для обеспечения доверия в информационных системах, дающие возможность разработать подход к обеспечению доверия в информационных системах на базе 1С;
3. Определен подход к обеспечению доверия в информационных системах на базе 1С, расширяющий область применения 1С-технологий при переходе к протоколам WEB.

Авторами установлено, что:

- основными особенностями развития обеспечения доверия в информационных являются: развитие систем защиты информации, обеспечение прозрачности и доступности информации, соблюдение внешних и внутренних нормативных требований, использование современных цифровых технологий;
- концепция применения протоколов WEB3 для обеспечения доверия в ИС на платформе 1С представляет собой интеграцию в информационные системы 1С блокчейн-приложений через API. Это обеспечивает возможность сохранения и верификации данных и исполнения смарт-контрактов в блокчейн, что создает неизменяемую и прозрачную цепочку изменений данных. В результате каждый шаг изменения информации остается зафиксированным в блокчейн, что дает возможность убедиться в целостности и истории изменений в любой момент времени;
- подход к обеспечению доверия в информационных системах на базе 1С состоит в выявлении проблемы доверия, выборе технологии и реализации интеграции информационной системы с блокчейн-сервисами.

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Купрейченко А. Б. Доверие и недоверие технике и социотехническим системам: обоснование методического подхода //Актуальные проблемы психологии труда, инженерной психологии и эргономики. Выпуск. – 2012. – Т. 4. – С. 331-350.
2. Sumpf P. System Trust: Researching the Architecture of Trust in Systems. – Springer, 2019.
3. Ivanov D., Pashkov P. A blockchain-based approach to providing technically expressed trust in the supply chains of the fashion industry //Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing, 2021. – Т. 2032. – №. 1. – С. 012086.

4. Ejeke P. WEB3: What Is Web3? Potential of Web 3.0 (Token Economy, Smart Contracts, DApps, NFTs, Blockchains, GameFi, DeFi, Decentralized Web, Binance, Metaverse Projects, Web3. 0 Metaverse Crypto guide, Axie). – 2022.
5. Blöbaum B. Key factors in the process of trust. On the analysis of trust under digital conditions //Trust and communication in a digitized world: Models and concepts of trust research. – 2016. – С. 3-25.
6. Szabo N. Smart contracts: Building blocks for digital markets, Extropy. The Journal of Transhumanist Thought. 1996;(16):16–28.
7. Баев А. А. и др. Блокчейн-технология в бухгалтерском учете и аудите //Учет. Анализ. Аудит. – 2020. – Т. 7. – №. 1. – С. 69-79.
8. Глущенко А. В., Коваленко О. А. Гибкие отраслевые программные продукты автоматизации учетно-аналитического процесса предприятий АПК: проблемы и их решение //Международный бухгалтерский учет. – 2020. – Т. 23. – №. 2. – С. 124-142.
9. Иванов Д. О., Пашков П. М. Построение архитектуры системы управления уровнем доверия в цепи поставок швейной индустрии с применением hyperledger fabric // Инжиниринг предприятий и управление знаниями. – 2022. – С. 133-138.

**УДК 004.023**

***Пикулин В.В.***

*К.т.н., доцент, доцент кафедры «Прикладная информатика»,  
Пензенский государственный технологический университет, г. Пенза*

## **СИСТЕМА АНАЛИЗА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЛЕКСОВ ФОТОВИДЕОФИКСАЦИИ**

В настоящее время для обеспечения безопасности дорожного движения используются комплексы фотовидеофиксации нарушений правил дорожного движения. Для анализа влияния комплексов фотовидеофиксации на количество и последствия дорожно-транспортных происшествий в регионе предлагается использовать автоматизированную информационную систему, которая выполняет накопление в базе данных сведений о размещении комплексов вблизи мест концентрации ДТП и формирование соответствующей статистики.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** комплексы фотовидеофиксации, нарушения правил дорожного движения, дорожно-транспортные происшествия, места концентрации ДТП

Актуальность темы определяется тем, что в соответствии с «Перечнем поручений Президента РФ по итогам расширенного заседания Президиума Государственного совета 28.09.2020» к 2030 г. должно быть обеспечено достижение целевого значения показателя «Количество погибших в дорожно-транспортных происшествиях человек на 100 тыс. населения» не более четырех. В настоящее время во многих регионах РФ значение этого показателя (социальный риск) больше 10, в Пензенской области – больше 12.

Учет и анализ дорожно-транспортных происшествий (ДТП) на автомобильных дорогах Российской Федерации выполняется в соответствии с регламентирующими документами [1 – 2]. Для решения задач по обеспечению безопасности дорожного движения (ОБДД) в соответствии с указанным поручением необходимо выполнять работы устранению и профилактике возникновения участков концентрации ДТП при эксплуатации автомобильных дорог [3]. Как показывают результаты исследований [4], использование комплексов фотовидеофиксации (КФВФ) нарушений правил дорожного движения (ПДД) может положительно влиять на улучшение показателей ОБДД, поэтому целесообразно

создание автоматизированной информационной системы, позволяющей выполнять соответствующий статистический анализ в регионе в целом или на заданной части территории региона.

Для анализа влияния КФВФ в регионе на изменение показателей ОБДД, в частности, на сокращение количества мест концентрации ДТП (МК ДТП) предлагается использовать автоматизированную информационную систему анализа эффективности КФВФ (АИС АЭ КФВФ), которая выполняет накопление в базе данных (БД) сведений о размещении КФВФ на дорогах региона, об МК ДТП и их показателях, формирование соответствующих картографических представлений и статистики. Такая система должна получать из системы анализа ДТП, которая, как правило, имеется в настоящее время в каждом регионе, данные о выявленных МК ДТП на дорогах региона и о расположении средств КФВФ, которые можно получать от соответствующих серверов.

Данные о работе каждого КФВФ за заданный период времени на заданной территории, получаемые от серверов КФВФ должны включать:

- серийный номер устройства;
- тип устройства;
- географические координаты установки КФВФ;
- дата и время установки КФВФ на рубеж;
- дата и время удаления КФВФ с рубежа;
- количество проездов за сутки на дату;
- продолжительность работы КФВФ (часов, минут) в течение каждых суток;
- даты, коды и количество зафиксированных нарушений ПДД (в соответствии с согласованным перечнем нарушений ПДД).

Данные об МК ДТП за предыдущий отчётный период должны включать:

- номер (идентификатор) МК ДТП;
- дата регистрации;
- адрес или координаты центра МК ДТП;
- количество ДТП;
- количество погибших;
- количество раненых;
- координаты мест ДТП, включённых в состав каждого МК.

На основе полученных данных формируется табличное представление и электронная карта «Расположение КФВФ относительно МК ДТП» для анализа расположения ранее установленных комплексов КФВФ относительно выявленных МК ДТП на заданной территории. Для формирования карты АИС АЭ КФВФ использует геоинформационный сервер (Geoserver).

Влияние комплексов КФВФ нарушений ПДД на показатели БДД в регионе можно представлять в различной форме:

- общие статистические данные с количественными показателями ОБДД на заданной территории (таблицы 1 – 2);
- детальные статистические данные с указанием пар «МК ДТП – комплекс КФВФ» (таблица 3).

Таблица 1. Общие статистические данные о влиянии КФВФ на показатели ОБДД

Территория: ..... Период времени: начало ....., окончание .....														
Отчетный период					АППГ					Отчетный период к АППГ (%)				
<b>Показатели отчетного периода:</b>					<b>Показатели АППГ:</b>					<b>Изменение показателей:</b>				
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

Состав показателей нижнего уровня в таблице 1:

- общее количество ДТП (1);
- количество МК ДТП (2);
- количество погибших в ДТП (3);
- количество пострадавших (раненых) в ДТП (4);
- количество комплексов КФВФ, действовавших в заданный период времени (5).

Типовыми значениями параметров в таблице 1 могут быть:

- «Территория», например, Пензенская область или г. Пенза, или федеральные дороги: М – 5, 1Р – 208, 1Р – 209, 1Р – 158, или др.;
- «Период времени», например, «начало» - 01.01.2023, «окончание» – 31.12.2023.

Таблица 2. Показатели МК ДТП и количество КФВФ по годам на заданной территории

Стабильность МК ДТП	Количество комплексов КФВФ и МК ДТП по годам					
	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Стабильный			+	+	+	+
Мигрирующий			+	+	+	+
Вновь возникший	+	+	+	+	+	+
Всего:	+	+	+	+	+	+
Количество КФВФ	+	+	+	+	+	+

Знаком «+» в таблице 2 отмечены ячейки для ввода показателей разных видов МК ДТП в зависимости от стабильности местоположения [3] и данных о КФВФ.

Для анализа влияния конкретных комплексов КФВФ на МК ДТП необходимо реализовать выбор пар: «МК ДТП – КФВФ» с вычислением расстояний от МК ДТП до ближайшего комплекса КФВФ (в метрах).

Для формирования пар (МК ДТП, КФВФ) можно использовать «ручное» назначение с помощью электронной карты, на которой представлены условные обозначения МК ДТП и мест установки КФВФ. В этом случае должна выполняться следующая последовательность действий:

- выбрать территорию;
- задать интервал дат;
- вывести слой карты с обозначениями МК ДТП и КФВФ на выбранной территории за указанный период времени;

- выполнить операцию «Выбор пар: МК ДТП – КФВФ», например, с помощью контекстного меню для каждой пары: «Выбрать МК», «Выбрать КФВФ», «Сохранить пару».

Можно формировать пары (МК ДТП, КФВФ) автоматически, вычисляя расстояние между МК ДТП и местами установки КФВФ и выбирая пары с наименьшими расстояниями (потом надо полученные пары отобразить на карте для визуального анализа, и выполнить отбор пар для формирования таблицы с показателями).

Следует выбрать вариант вычисления расстояния от КФВФ до МК ДТП:

- до ближайшего места ДТП, входящего в состав МК ДТП;
- до центра МК ДТП.

В первом случае разница расстояний между комплексом КФВФ и отдельными местами ДТП в составе МК ДТП может составить до 1 км вне населенных пунктов и до 200 м в населённых пунктах. Можно формировать меню для выбора пользователем варианта вычисления указанного расстояния.

Из полученных пар выбрать такие, в которых КФВФ расположены от ближайших МК ДТП на расстояниях от МК ДТП, соответствующих зоне действия средств КФВФ, или на расстояниях, позволяющих оказывать влияние на действия водителей (с точки зрения специалиста). Для выбранных пар сформировать табличный отчет (таблица 3). Для анализа влияния комплексов КФВФ на состав и показатели МК ДТП надо формировать такие таблицы с нужной периодичностью для каждой территории наблюдения.

Пояснения к таблице 3:

- данные МК ДТП должны быть зафиксированы в году, предшествующему текущему («Год 1»), и на конец текущего года («Год 2»);
- значения параметра «дата 1» должны быть не ранее даты регистрации МК ДТП;
- значения параметра «дата 2» должна быть не ранее даты окончания текущего года.

Таблица 3 – Статистика для оценки влияния КФВФ нарушений ПДД на МК ДТП

МК ДТП					Ближайшие КФВФ										
№	Год 1				Год 2			6	7	Показатели за период работы:				Период работы:	
	1	2	3	4	5	3	4			5	8	9	10	11	дата 1

Заголовки столбцов нижнего уровня таблицы 3:

- дата регистрации (1);
- адрес или координаты (2);
- количество ДТП (3);
- количество погибших (4);
- количество раненых (5);
- идентификатор (6);

- тип (7);
- расстояние до МК ДТП, м (8);
- количество нарушений ПДД (9);
- количество проездов (10);
- рабочее состояние за период работы, % (11).

Предлагаемая АИС АЭ КФВФ может быть включена в состав региональной системы анализа ДТП или использоваться автономно при условии систематического получения указанных выше данных из системы анализа ДТП и от серверов КФВФ. Преимуществом предлагаемого варианта АИС АЭ КФВФ является возможность выполнения детального анализа влияния конкретных КФВФ на состав и показатели различных МК ДТП на заданной территории.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Приказ МВД России от 19.06.2015 N 699 «Об организации учета, сбора и анализа сведений о дорожно-транспортных происшествиях». – 7 с.
2. ОДМ 218.6.015-2015. Рекомендации по учету и анализу дорожно-транспортных происшествий на автомобильных дорогах Российской Федерации. М.: Федеральное дорожное агентство (Росавтодор), Москва. 2015. – 81 с.
3. ОДМ 218.4.004-2009. Руководство по устранению и профилактике возникновения участков концентрации ДТП при эксплуатации автомобильных дорог. – М.: Росавтодор, 2009. – 94 с.
4. Исследование эффективности фотовидеофиксации в контексте безопасности дорожного движения и снижения числа дорожно-транспортных происшествий. – Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»  
[\\URL:https://itetps.hse.ru/mirror/pubs/share/542713741.pdf](https://itetps.hse.ru/mirror/pubs/share/542713741.pdf)

УДК: 20.23.25

**Позин Б.А.**

*технический директор доктор технических наук, профессор  
 РФ, г. Москва, ЗАО «ЕС-лизинг», 2 НИУ ВШЭ  
 bpozin@ec-leasing.ru  
 ФГБОУ ВО РЭУ им. Г. В. Плеханова, Москва*

## ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ И РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ

В современных отечественных условиях создания информационно-аналитических систем, актуально повышение производительности труда разработчиков и специалистов по сопровождению разработчиков прикладного ПО (ППО), а также развитие технологии создания ППО, свободного от различного рода уязвимостей и недекларированных возможностей. В докладе рассмотрена технология, основанная на платформе Peraspera для создания информационно-аналитических систем, использующая как внутренние данные корпорации-заказчика, так и данные из интернет. Рассмотрено также типовое решение, основанное на интеграции автоматизированной системы для поиска уязвимостей, основанной на разработанном типовом технологическом процессе. Реализована интеграция отечественных инструментальных средств мирового уровня для статического анализа программ, написанных на языках программирования C, C++, Java, Python, которые распространены при создании ППО информационно-аналитических систем.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** Технология больших Данных, Peraspera Платформа, Peraspera Data Hunter, Peraspera Neuro Doc, Peraspera ESB, уровень доверенности ПО, статические методы анализа уязвимостей, система для поиска уязвимостей и недеklarированных возможностей, типовой технологический процесс

### **Платформы для реализации и использования информационно-аналитических систем - важный фактор роста производительности труда в их жизненном цикле**

Определяющим фактором в успехе информатизации страны является обеспечение роста производительности труда персонала не локально, на каком-то этапе работ, а глобально, в течение всего жизненного цикла информационно-аналитических систем (ИАС). Реализация такого требования предполагает создание и внедрение типовых решений как по созданию ИАС, так и по их эксплуатации, сопровождению и развитию в жизненном цикле этих систем.

Важнейшим направлением работ в этом направлении является применение технологических и технических платформ, обеспечивающих существенную экономию трудовых ресурсов и времени на создание ППО таких систем за счет использования отработанных и проверенных программных решений. Это особенно важно на текущем этапе развития информационных технологий, когда разрабатываются и внедряются импортозамещающие отечественные технологические решения. Одним из таких решений является Peraspera Платформа (зарегистрирована в Едином реестре российского ПО №11210 от 29.07.2021) - универсальная среда для быстрой установки и исполнения прикладного программного обеспечения или сервисов, использующих технологии и методы работы с большими данными (Big Data), машинного обучения и искусственного интеллекта, ориентированных на решение конкретных информационно-аналитических задач.

В состав платформы входят компоненты, автоматизирующие в совокупности решение сложных задач, возникающих как типовые при создании информационно-аналитических систем различного назначения: Компонент Peraspera Data Hunter [1] (зарегистрирован в Едином реестре российского ПО №18120 от 29.06.2023):

использование уже отработанных в Платформе и создание комплексов новых краулеров для систематического поиска данных в интернет;

- оркестрация (реализация различных планов запуска) краулеров по формируемому эксплуатирующей организацией расписанию, в том числе с указанием областей поиска.

Автоматизация перечисленных процессов позволяет заметно, в разы, уменьшить количество персонала, осуществляющего запуск и трудоемкость контроля над исполнением краулеров во времени, а также существенно снизить трудоемкость разработки новых краулеров для поиска на ранее не использовавшихся ресурсах.

Компонент Платформы для сбора информации из разнородных источников, структурированных и неструктурированных данных для классификации и извлечения заранее определенных сущностей и критериев. Peraspera Neuro Doc (зарегистрирован в Едином реестре российского ПО №11210 от 29.07.2023).



Компонент Платформы Peraspera ESB представляет собой Корпоративную шину данных для эффективного обмена данными между информационными системами предприятия, включая исполнение приложений в интегрированной среде, а также может использоваться как самостоятельно, так и в интеграции с Data Hunter.

Компонент Платформы Peraspera Neuro Doc представляет собой российское комплексное решение по автоматическому извлечению текстовой информации из потоков любых типов электронных документов, фотографий, сканов, автоматическая классификация документов, выделение атрибутов электронных документов и аналитическая обработка текстовой информации.

Из приведенного описания следует, что создание информационно-аналитической системы, по существу, сводится к настройке инструментов платформы на условия и регламенты обработки данных, полученных как при функционировании корпорации, так и из интернета.

### **Платформа для раннего обнаружения и диагностики уязвимостей и недекларированных возможностей в жизненном цикле ИАС**

Современный этап информатизации госорганов и компаний в разных направлениях бизнеса характеризуется возросшей ролью процессов импортозамещения и перехода к использованию Open Source – решений, вместо проприетарных продуктов. Эти процессы активно развиваются во всех отраслях народного хозяйства, прежде всего потому, что создание функционально и системно пригодных автоматизированных технологий, программных продуктов или сервисов требуют

- весьма значительных трудоемкости и стоимости;
- значительного времени на исследования, разработку методов, проектирование и реализацию программных продуктов.

В то же время в мире накоплен большой набор программных продуктов необходимой функциональности, которые поставляются в виде исходных текстов и документации. Такие продукты обладают хорошим качеством реализации. Вместе с тем такие программные продукты могут содержать уязвимости и недекларированные возможности. Это создает значительные риски кибербезопасности для работающей системы, включающей подобные программные компоненты (продукты), которые могут проявиться при функционировании такой системы. Объем Open Source – решений в составе программных продуктов, по имеющимся данным, составляет в настоящее время порядка 70% от общего объема кода прикладного ПО. В этой связи контроль наличия уязвимостей и недекларированных возможностей в ППО является актуальной задачей. Следует особо отметить, что это не разовое мероприятие, а систематический процесс, который должен функционировать в течение всего жизненного цикла программного продукта.

В зависимости от способа разработки ППО в каждой организации [2-4], осуществляющей его эксплуатацию, существует свой процесс контроля уязвимостей и своя технология проведения подобных работ. Однако в основе такого процесса лежит, как правило, типовой технологический процесс внесения изменений в связи с подготовкой нового релиза ППО с учетом требований

информационной безопасности. Этот процесс является определяющим с позиций его автоматизации на современном технологическом уровне.

В настоящее время на рынке существует довольно большое количество доступных инструментальных средств [5,6]. Однако трудоемкость их внедрения и повышения эффективности их использования весьма высока и требует значительных затрат времени. В этой связи важным является построение из существующих инструментальных средств системы, в которой предусмотрены как собственно автоматизированный поиск уязвимостей, так и отработаны методики и метрики, на основе которых осуществляется взаимодействие между коллективами специалистов организации, которое приводит к достижению необходимого уровня доверия ППО, соответствующего требованиям ФСТЭК к системам того класса, которые эксплуатируются организацией. Одновременно типовой технологический процесс помогает настроить инструментальные средства таким образом, чтобы обеспечить снижение затрат на внедрение их в службы организации.

В настоящее время завершается разработка первой версии автоматизированной системы «Центр Кибербезопасности», которая осуществляется совместно ЗАО ЕС-лизинг и Институтом системного программирования им. В. П. Иванникова РАН. Система включает сертифицированные ФСТЭК инструментальные средства (ОС, компиляторы, СУБД и средства SAST для поиска уязвимостей в программах, написанных на языках C, C++, Java, Python). Все инструментальные средства российской разработки, зарегистрированы в Едином реестре Российского ПО и, по существу, представляют собой платформу для обеспечения поиска уязвимостей разными методами. В основе платформы лежит типовой технологический процесс, который описан в виде комплекта документов, а информационные взаимодействия составных частей отработаны на стенде интегратора – ЕС-лизинг.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Жукова Л.В. Первый взгляд аналитика на работу с Peraspera Data Hunter | Издательство «Открытые системы» (osp.ru) <https://www.osp.ru/articles/2023/0403/13057018?ysclid=lott51dul2880823583> (последнее обращение 11.11.2023)
2. ISO / IEC/IEEE 12207 – 2017 Systems and Software Engineering —Software Life Cycle Processes
3. ISO / IEC/IEEE 15288:2015. Systems and Software Engineering — System Life Cycle Processes
4. IEC/IEEE 14764 - 2021- Software Engineering — Software Life Cycle Processes – Maintenance
5. www.ispras.ru (последнее обращение 10.11.2023)
6. Аветисян А.И., Падарян В.А. Инструментальная и технологическая поддержка методики выявления уязвимостей и недеklarированных возможностей в программном обеспечении Методы и технические средства обеспечения безопасности информации. 2019. № 28. С. 32-34.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УСТРОЙСТВ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ ДЛЯ «УМНОГО» УПРАВЛЕНИЯ СБОРОМ И ТРАНСПОРТИРОВКОЙ ОТХОДОВ**

Статья посвящена проведению исследований в области автоматизации управления сбором и транспортировкой отходов. Рассмотрены особенности использования ряда сквозных технологий (устройств Интернета вещей, беспроводных сетей 5-го поколения, нейросетей) для управления сбором и транспортировкой отходов. Рассмотрены особенности использования «умных» контейнеров, внутри которых установлены датчики для измерения уровня отходов для последующей передачи данных для анализа, в том, числе с использованием нейросетей. Сформулированы функциональные возможности «умной» информационной системы для управления сбором и транспортировкой отходов. К функциям такой информационной системы относятся реализация открытия крышки мусорного контейнера при приближении жильца МКД к контейнеру, определение количества отходов, загруженных в контейнер, измерение уровня отходов в контейнере, отправка данных на сервер и их запись в базу данных, обработка данных на шлюзе, обработка данных на сервере об уровне отходов, прогнозирование уровней заполнения контейнеров, визуализация данных об уровне отходов, определение оптимальных маршрутов мусоровозов, отображение ближайших незаполненных контейнеров. На основе нотации UML разработана диаграмма вариантов использования, в которой отображены функциональные возможности. Рассмотрены мероприятия, выполнение которых необходимо предусмотреть для успешного внедрения «умной» информационной системы.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** отходы, сбор и транспортировка, «умные» контейнеры, ультразвуковые датчики, беспроводные сети, нейросети, Интернет вещей

### **Введение**

В соответствии с отчетом Всемирного банка о состоянии глобального управления отходами, около 33% отходов выбрасывается напрямую в смешанном виде на свалки без классификации и сортировки, и только 13,5% отходов классифицируются, сортируются и перерабатываются [1]. Предполагается, что к 2050 году объем отходов, образующихся в городах, составит около 3,5 миллиардов тонн. Кроме того, стоимость управления отходами составит около 640 миллиардов долларов [2]. Таким образом, традиционные организационные и технические меры, принимаемые для работы с отходами, стали приводить к накоплению твердых бытовых отходов. Поэтому стало недостаточно применения традиционных организационных и технических мер в области управления работой с отходами, и необходимо применение сквозных технологий, которые позволяют сформировать «умное» управления работой с отходами.

«Умное» управление работой с отходами предполагает:

сбор и анализ данных с датчиков, установленных на мусорных баках, мусоровозах и городской инфраструктуре;  
планирование и оптимизация маршрутов;

информационная поддержка и поддержка принятия решений для пользователей (водителей, диспетчеров, граждан);  
классификация отходов и сортировка;  
поощрительные выплаты и льготы для граждан, сортирующих отходы при загрузке в контейнеры;  
мониторинг экологической ситуации.

«Умная» информационная система, скорее всего, будет основана на использовании сквозных технологий [3], в частности, технологии Интернета вещей, и состоять из большого числа интеллектуальных устройств, которые обмениваются данными по стандартным протоколам и способны измерять, вычислять, передавать, хранить и обрабатывать информацию [4]. Поэтому в данной работе решается задача определения функциональных возможностей «умной» информационной системы для управления сбором и транспортировкой отходов с использованием сквозных технологий [3]. Исследования, проведенные в данной работе, являются логическим продолжением исследований, проведенных в рамках [5]. Для решения задачи проанализированы особенности использования ряда сквозных технологий для управления сбором и сортировкой отходов.

### **Использование «умных» контейнеров для сбора отходов**

Для «умного» управления сбором и транспортировкой отходов необходимо осуществлять мониторинг уровня мусора в контейнерах в режиме реального времени. Для этого необходимо использовать «умные» контейнеры с поддержкой устройств Интернета вещей. В настоящее время существует достаточное количество примеров использования таких контейнеров.

В работе [6] рассмотрено использование «умных» контейнеров, в которых установлены устройства Интернета вещей и которые могут в режиме реального времени с помощью беспроводной сети передавать оповещения о заполнении в организацию, отвечающую за сбор и транспортировку отходов.

В соответствии с [7] уровень заполнения контейнера определяется с помощью установленного внутри ультразвукового датчика. Измеряя время, которое проходит между подачей и возвратом импульса, ультразвуковой датчик определяет расстояние до верхней кромки отходов в контейнере. Расстояние рассчитывается с использованием значений параметров, характеризующих время прохождения сигнала и скорости звука. Далее мусоровоз будет собирать мусор из контейнеров, из которых поступил сигнал о наполнении, для вывоза на сортировочное предприятие или на полигон хранения отходов. На рис. 1 показана схема, характеризующая сбор и обработку данных, необходимых для оптимального управления сбором и транспортировкой отходов. Оптимальные маршруты мусоровозов в соответствии с [7] могут определяться с использованием различных алгоритмов (жадные алгоритмы, алгоритм Дейкстры и коммивояжера).

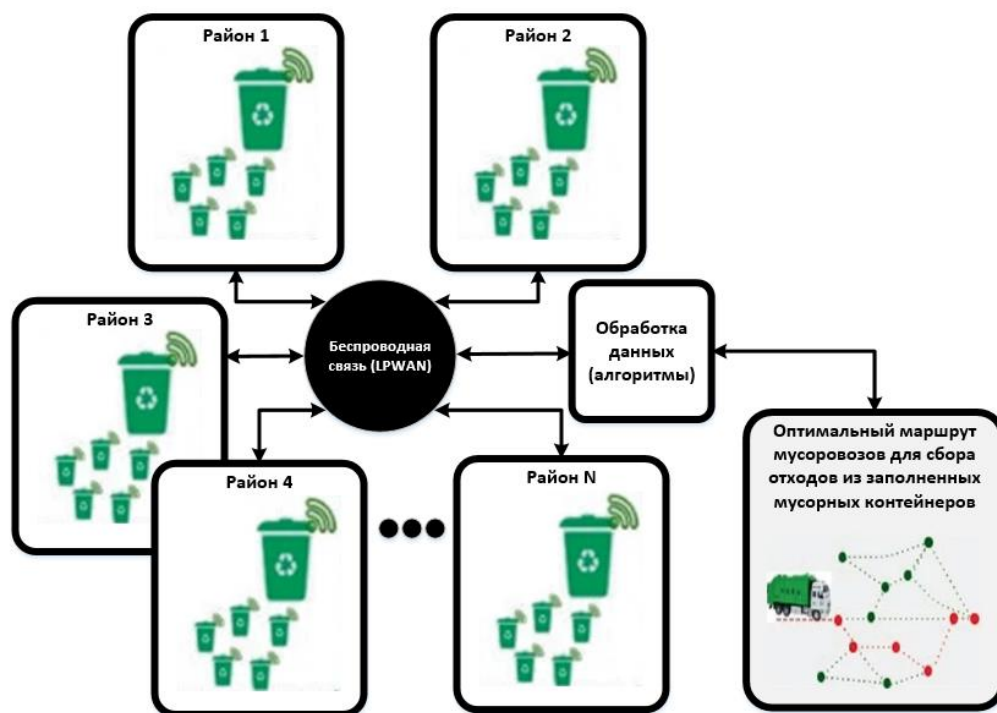


Рисунок 1. Схема, характеризующая сбор и обработку данных для построения оптимальных маршрутов мусоровозов

Оптимальные маршрут мусоровозов строятся на основе значений следующих параметров: количество контейнеров, скорость заполнения контейнеров, уровень отходов в контейнере, местоположение контейнеров и расстояние между контейнерами [7].

В [8] рассматривается автоматизированная система сбора и транспортировки отходов, предназначенная для своевременного вывоза отходов из мусорных контейнеров, расположенных на определенной территории. Управление отходами производится с помощью устройства для обнаружения отходов, центрального блока управления, платы Arduino с микроконтроллером, инфракрасного датчика для определения уровня отходов, модуля GPS для определения местоположения контейнеров и модуля GSM для отправки сообщений о состоянии мусорного контейнера. Центральный блок управления принимает сообщение от устройства для обнаружения отходов. Далее с помощью микроконтроллера платы Arduino и модуля GSM данные отправляются в программное обеспечение на устройстве пользователя. С помощью графического программного интерфейса отображаются данные о мусорных контейнерах (широта, долгота, статусы «заполнен» или «пуст», уровни заполнения).

В [9] описана работа системы управления отходами, использующая инфракрасные датчики, модули обработки и отображения информации (платы Arduino Uno и жидкокристаллический экран), а также модули сети связи GSM для контроля уровня и температуры отходов в мусорных контейнерах и передачи данных об их состоянии. Инфракрасный датчик указывает уровень отходов в мусорном контейнере. Жидкокристаллический дисплей используется для отображения уровня наполнения мусорного контейнера. Если уровень отходов в

мусорном контейнере достигает порогового значения, то уполномоченному лицу с помощью модуля GSM отправляется текстовое сообщение (SMS) о заполнении мусорного контейнера.

В [10] рассмотрена система работы с отходами, в которой интегрированы обычные технологии для работы с отходами с мобильными технологиями и технологией Интернета вещей. Датчики и устройства с поддержкой технологии Интернета вещей используются в системе управления отходами для сбора данных об уровне мусора в режиме реального времени.

Это помогает идентифицировать статусы контейнеров и маршруты сбора отходов. Датчики установлены в нескольких местах сбора отходов: в контейнерах для смешанного сбора отходов и в контейнерах для отдельного сбора отходов. Это позволяет постоянно исследовать модели образования отходов. Центральная программная платформа производит сбор данных с устройств Интернета вещей и производит их анализ для принятия решений по работе с отходами. Информационная система включает в себя модули GPS, алгоритмы оптимизации маршрутов мусоровозов и коммуникационные модули, установленные на мусоровозах.

С помощью данных о статусах контейнеров, полученных в режиме реального времени, мусоровозам назначаются маршруты для сбора отходов из контейнеров, оптимальные с точки зрения потребления топлива и выбросов в атмосферу. В мусоровозах также установлены датчики с поддержкой технологии Интернета вещей, которые отслеживают объем отходов в мусоровозах и отправляют данные в центральную платформу для определения маршрутов мусоровозов с учетом текущего уровня отходов в них и предотвращения их переполнения.

Ядро системы управления отходами включает в себя центральная программная платформа, на которой установлено программное обеспечение, реализующее аналитику данных и машинное обучение. Это помогает выявить наиболее «горячие точки» с точки зрения уровня отходов в контейнерах, а также спрогнозировать тенденции образования отходов и заполнения контейнеров.

В [11] приведена система, состоящая из системы идентификации, системы открывания крышки мусорного контейнера, системы отображения данных и системы связи. Все эти четыре системы синхронизируются с помощью микроконтроллера Arduino Uno. Компоненты, используемые для реализации системы управления сбора отходов: серводвигатель, GSM-модуль, ультразвуковой датчик, ЖК-дисплей и микроконтроллер Arduino Uno.

Ультразвуковые датчики используются для измерения уровня отходов в контейнерах, а также для идентификации человека перед контейнером. Серводвигатель установлен в верхней части контейнера и предназначен для автоматического открывания крышки, если в зоне обнаружения (30 см) ультразвукового датчика, установленного в передней части контейнера, обнаружен человек. Крышка останется открытой до тех пор, пока человек не покинет зону обнаружения датчика.

Уровень мусора внутри мусорного контейнера постоянно контролируется ультразвуковым датчиком, установленным внутри мусорного бака. Для

отображения информации об уровне заполнения контейнеров (в процентах) используется ЖК-дисплей, в котором могут быть отражены одновременно 32 символа. После того, как мусорный контейнер заполнится, на дисплее отобразится сообщение «100% заполнено», при этом, автоматическая система открывания крышки контейнера будет отключена даже в случае, когда в зоне обнаружения ультразвукового датчика находится человек.

Микроконтроллер Arduino с заложенной в него программой используется для синхронизации работы датчиков, а также управляет модулем GSM, используемым в системе связи. Информация об уровне мусора в контейнерах передается с помощью GSM-модуля, который позволяет построить сеть 2G и отправлять сообщение в организацию, отвечающую за сбор и транспортировку отходов, если контейнеры заполняются. После того, как отходы выгружены из контейнера, система автоматического открывания крышки снова включится.

### **Использование нейросетей и машинного обучения для распознавания контейнеров и фрагментов отходов, загруженных в них**

В основном нейросети применяются для распознавания фрагментов отходов при их сортировке после доставки на сортировочные предприятия. Но существуют примеры использования нейронных сетей и при сборе и транспортировке отходов.

В [12] рассматривается система управления мусорными контейнерами для обнаружения контейнеров, предназначенных для сбора отходов (органических, пластика, стекла, бумаги и т.д.) на основе использования алгоритмов компьютерного зрения EfficientDet и YOLOv5. Алгоритмы анализируют видеоряд и обеспечивают автоматическое распознавание изображений с контейнерами и без них.

Система управления контейнерами может быть использована государственными органами, которые передают управление отходами частным компаниям и хотят проверить выполнение согласованных требований путем получения текущего местонахождения контейнеров.

Другим примером использования системы управления контейнерами является обновление устаревших карт с расположением контейнеров путем включения в нее дополнительных контейнеров или исключения контейнеров с карт для их ремонта.

Также система управления может быть использована компаниями по сбору мусора, которые создают новую базу контейнеров на определенной территории в случае, если такие данные ранее не были предоставлены.

Кроме этого того, система управления предназначена для классификации и мониторинга текущего состояния контейнеров (полный/пустой, исправный/не исправный).

В [13] предлагается разработка интеллектуальной системы управления отходами за счет интеграции устройств Интернета вещей и модели глубокого обучения. Для распознавания фрагментов отходов (бумаги, картона, стекла, металла и пластика) используется нейросеть SSD MobileNetV2 Quantized, которая обучается на наборе данных TensorFlow Lite. В результате интеграции

обученной нейросети и программного модуля на базе Raspberry Pi 4 происходит распознавание фрагментов отходов. Фрагменты отходов распределяются по соответствующим контейнерам.

Ультразвуковые датчики в контейнерах контролируют уровень заполнения отходами. Модули GPS, установленные в контейнерах, в режиме реального времени передают широту и долготу мест, в которых расположены контейнеры, а модули LoRa, установленные в контейнерах, отправляет лицам, принимающим решения, уровни заполнения контейнеров.

В [14] предлагается использование сверточной нейронной сети для обнаружения, идентификации и определения местоположения отходов с помощью изображений. Описано создание набора данных для автоматического обнаружения и классификации отходов. Предлагается система многозадачного обучения для одновременного распознавания и определения местоположения отходов.

В [15] предложена интеллектуальная система, которая предупреждает сотрудников организации, отвечающей за сбор и транспортировки отходов, о необходимости сбора отходов из контейнеров, которые через некоторое время будут заполнены до некоторого уровня.

Для определения уровня отходов, передачи данных и прогнозирования количества отходов используются ультразвуковые датчики, инфракрасные датчики, одноплатные компьютеры Raspberry Pi, контроллеры Arduino UNO, облачный сервис IFTTT, организующий взаимодействия устройства управления «умными» контейнерами с облачными хранилищами и облачным сервисом для анализа данных.

Данные о заполнении контейнеров в предыдущие моменты времени в определенном регионе используются для обучения нейросети, которая используется для прогноза количества отходов, которое будет выброшено в контейнеры в ближайшее время в заданном регионе.

### **Использование RFID и беспроводных сетей 5-го поколения**

Существуют технологии, обеспечивающие высокую пропускную способность (WiFi), большой радиус действия (GSM/CDMA), низкое энергопотребление (Bluetooth с низким энергопотреблением, BLE) или возможности образования ячеистой сети (ZigBee). Несмотря на то, что эти технологии уже часто применяются, ни одна из них не является оптимальной для работы с устройствами Интернета вещей [16].

В [6] для передачи данных об уровнях отходов от датчиков в мусорных контейнерах используется глобальная сеть с низким энергопотреблением (LPWAN). Такая сеть обеспечивает низкое энергопотребление, длительное время автономной работы устройств Интернета вещей, установленных в контейнерах, а также передачу небольшого объема данных от таких устройств.

В [17] описаны возможности использования сенсорной сети и радиочастотной идентификации (RFID). Информация, хранящаяся в RFID-метке, используется для определения происхождения мусора. Благодаря этому, имеется возможность хранения данных о мусорных контейнерах и их владельцах. Такие



данные используются для организации выборочного сбора мусора и мониторинга потока отходов в пределах конкретной территории.

В [18] рассмотрена информационная система, в которой для передачи данных об уровне наполнения контейнеров используется сеть, в которой применяется протокол LoRaWAN. Сети LoRaWAN представляют имеют звездообразную топологию на базе шлюзов — физических устройств, которые получают пакеты данных от узлов (датчиков, расположенных в контейнерах) и пересылает их в серверную систему. Шлюз состоит из концентратора LoRaWAN, который работает в диапазоне частот 868 МГц, и подключенного одноплатного компьютера. Сервер (бэкэнд) контролирует работу конечных узлов и собирает необходимые данные с них с использованием протокола MQTT (Message Queue Telemetry Transport), который не требует высокой пропускной способности сети (это делает его оптимальным для коротких сообщений, получаемых от датчиков, установленных в контейнерах).

Полученные данные хранятся в базе данных NoSQL и могут использоваться для проведения различных аналитических расчетов с использованием облачного информационного сервиса и визуализации данных (фронтэнд) на различных устройствах. Причиной использования протокола LoRaWAN является его большая дальность действия (по сравнению с Bluetooth и WiFi), низкое энергопотребление и цена (по сравнению сетевых решений GSM). Это также позволяет достичь легкой масштабируемости, поскольку один шлюз сети может обрабатывать данные от тысячи узлов (датчиков, расположенных в контейнерах) в радиусе нескольких километров.

### **Функциональные возможности «умной» информационной системы для управления сбором и транспортировкой отходов**

С учетом приведенных выше данных по использованию сквозных технологий с помощью диаграммы вариантов использования UML можно отобразить совокупность функциональных возможностей «умной» информационной системы (рис. 2).

В качестве экторов-людей на рис. 2 показаны жильцы многоквартирных домов, выбрасывающие отходы в контейнеры, лица, принимающие решения по работе с отходами, водители мусоровозов, а также прочие пользователи, получающие информацию из информационной системы с помощью пользовательского интерфейса (веб-интерфейса, интерфейса мобильного устройства, пользовательского интерфейса программного приложения, установленного на стационарном компьютере).

В качестве неодушевленных экторов рассмотрены датчики, контейнер, шлюз, сервер. Варианты использования, показанные на рис. 2 в качестве овалов, описывают функции, которые должна выполнять система.

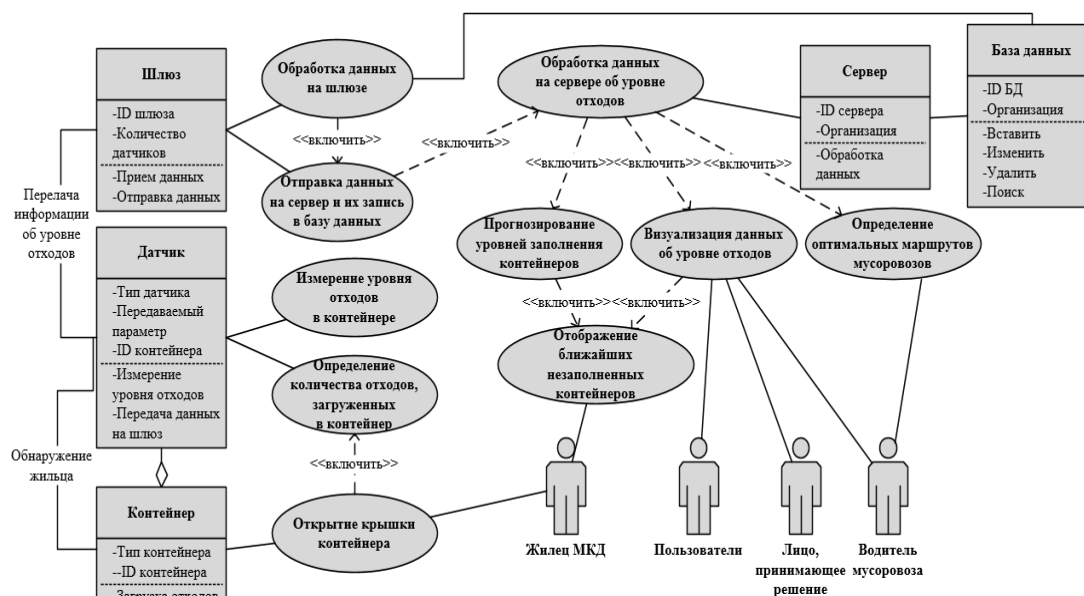


Рисунок 2. Функциональные возможности «умной» информационной системы

Таким образом, к функциям «умной» информационной системы для управления сбором и транспортировкой отходов относятся:

реализация открытия крышки мусорного контейнера при приближении жильца МКД к контейнеру;

определение количества отходов, загруженных в контейнер;

измерение уровня отходов в контейнере;

отправка данных на сервер и их запись в базу данных;

обработка данных на шлюзе;

обработка данных на сервере об уровне отходов;

прогнозирование уровней заполнения контейнеров;

визуализация данных об уровне отходов;

определение оптимальных маршрутов мусоровозов;

отображение ближайших незаполненных контейнеров.

Для внедрения «умной» информационной системы для управления сбором и транспортировкой отходов необходимо, чтобы были выполнены следующие мероприятия:

1. Интеграция большого количества датчиков, установленных внутри мусорных контейнеров.

2. Обеспечение энергоэффективности элементов системы.

3. Повышение надежности работы системы в неблагоприятных условиях (погодные условия, воздействие веществ, выделяющихся в результате взаимодействия компонентов отходов).

4. Преодоление неблагоприятного отношения местных жителей к установке «умных» контейнеров.

5. Преодоление недостаточного уровня готовности некоторых районов, в которых планируется реализовать «умную» информационную систему, к информатизации [19].

6. Обеспечить правильный выбор методики организации ИТ-проекта по внедрению «умной» информационной системы

## **Выводы:**

1. Рассмотрены особенности использования ряда сквозных технологий для управления сбором и транспортировкой отходов.
2. Сформулированы функциональные возможности «умной» информационной системы для управления сбором и транспортировкой отходов. На основе нотации UML разработана диаграмма вариантов использования, в которой отображены функциональные возможности.
3. Рассмотрены мероприятия, выполнение которых необходимо предусмотреть для успешного внедрения «умной» информационной системы.

## **ЛИТЕРАТУРА:**

1. Kaza S., Yao L., Bhada-Tata P., Woerden F.V. What a waste 2.0: A global snapshot of solid waste management to 2050. Urban Development Series. Washington: World Bank Group, 2018. 294с.
2. Pal M.S., Bhatia M. Smart Solid Waste Management System Using IoT Technology: Comparative Analysis, Gaps, and Challenges // Engineering Cyber-Physical Systems and Critical Infrastructures. Vol 3. Cham: Springer, 2022. pp. 795-811. DOI: 10.1007/978-3-031-18497-0\_58.
3. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» // Собрание законодательства Российской Федерации. 2018 г. №32 от 7 августа 2017 года. Часть 2. Акты ненормативного характера. Ст. 5138.
4. Anagnostopoulos T., Zaslavsky A., Sosunova I., Fedchenkov P., Medvedev A., Ntalianis K., Skourlas C., Rybin A., Khoruznikov S. A stochastic multi-agent system for Internet of Things-enabled waste management in smart cities // Waste Management & Research. 2018. Vol. 36(11), pp. 1113–1121, DOI: 10.1177/0734242X18783843.
5. Попов А.А. Обоснование выбора комплекса программных модулей для автоматизации сбора и транспортировки твердых коммунальных отходов в рамках развития жилищно-коммунального хозяйства // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2020. № 5-1. С. 135-145.
6. Tirkolaei E.B., Mahdavi I., Esfahani M.M.S., Weber G.-W. A hybrid augmented ant colony optimization for the multi-trip capacitated arc routing problem under fuzzy demands for urban solid waste management // Waste Management and Research. 2020. Vol. 38(2). pp. 156–172. DOI: 10.1177/0734242X19865782.
7. Mdukaza S., Isong B., Dladlu N., Abu-Mahfouz A.M. Analysis of IOT-enabled solutions in smart waste management // In: IECON 2018–44th annual conference of the IEEE industrial electronics society (21-23 October 2018, Washington, DC, USA). IEEE, 2018. pp. 4639–4644. DOI: 10.1109/IECON.2018.8591236.
8. Durrani A. M. F., Rehman A. U., Farooq A., Meo J. A., Sadiq M. T. An Automated Waste Control Management System (AWCMS) by Using Arduino // Proceedings of 2019 International Conference on Engineering and Emerging Technologies (21-22 February 2019, Lahore, Pakistan). IEEE, 2019. pp. 1-6, DOI: 10.1109/CEET1.2019.8711844.
9. Doiphode G. S., Bansode K. G., Mahamuni S. K., Korade B. R., Ranaware A. A. GSM based Garbage Monitoring System // International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology. 2018. Vol. 6(5). pp. 554–559. DOI: 10.22214/ijraset.2018.5092.
10. Kasat K., Shaikh N., Rayabharapu V. K., Nayak M., Sayyad Liyakat K. K. Implementation and Recognition of Waste Management System with Mobility Solution in Smart Cities using Internet of Things // 2023 Second International Conference on Augmented Intelligence and Sustainable Systems (23-25 August 2023, Trichy, India). 2023. pp. 1661-1665, DOI: 10.1109/ICAISS58487.2023.10250690.
11. Sohag M. U., Podder A. K. Smart garbage management system for a sustainable urban life: An IoT based application // Internet of Things. 2020. Vol. 11. Art. Number: 100255. DOI: 10.1016/j.iot.2020.100255.

12. Moral P., García-Martín Á., Escudero-Viñolo M., Martínez J. M., Bescós J., Peñuela J., Martínez J. C., Alvis G. Towards automatic waste containers management in cities via computer vision: containers localization and geo-positioning in city maps // *Waste Management*. 2022. 152, pp.59-68. DOI: 10.1016/j.wasman.2022.08.007.
13. Sallang N. C. A., Islam M. T., Islam M. S., Arshad H. A CNN-Based Smart Waste Management System Using TensorFlow Lite and LoRa-GPS Shield in Internet of Things Environment // *IEEE Access*. 2021. Vol. 9, pp. 153560-153574, DOI: 10.1109/ACCESS.2021.3128314.
14. Liang S, Gu Y. A deep convolutional neural network to simultaneously localize and recognize waste types in images // *Waste Management*. 2021. Vol.126. pp. 247-257. DOI: 10.1016/j.wasman.2021.03.017.
15. Baby C.J., Singh H., Srivastava A., Dhawan R., Mahalakshmi P. Smart bin: An intelligent waste alert and prediction system using machine learning approach //2017 international conference on wireless communications, signal processing and networking (22-24 March 2017, Chennai, India). IEEE, 2017. pp. 771-774. DOI: 10.1109/WiSPNET.2017.8299865.
16. M. Centenaro, L. Vangelista, A. Zanella, and M. Zorzi. Long-range communications in unlicensed bands: the rising stars in the IoT and smart city scenarios // *IEEE Wireless Communications*. 2016. Vol. 23(5). pp. 60-67. DOI: 10.1109/MWC.2016.7721743.
17. Glouche Y, Sinha A., Couderc P A smart waste management with self-describing objects // *International Journal on Advances in Intelligent Systems*. 2015. Vol. 8(1, 2). pp.1-16.
18. Lundin A.C., Ozkil A.G., Schuldt-Jensen J. Smart cities: a case study in waste monitoring and management // In *Proceedings of the 50th Hawaii international conference on system sciences* (January 4-7 2017, Village, Hawaii, USA). 2017. pp. 1392 – 1401. DOI:10.24251/HICSS.2017.167.
19. Черников Б.В., Попов А.А. Выбор информационной системы с учетом уровня готовности предприятия к информатизации // *Информатизация и связь*. 2016. №3. С. 152-159.

УДК 004.891:334.7

*Пятковский О.И.*

*д.т.н, профессор, профессор, Алтайский государственный технический университет  
им. И.И. Ползунова, г. Барнаул*

## **КОМПОНЕНТЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В АНАЛИТИЧЕСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

В работе представлены технология и методы создания аналитических информационных систем предприятий организаций с применением компонентов прогнозирования экономических показателей в гибридных экспертных системах. Раскрыты вопросы применения нейросетевых компонентов для прогнозирования экономических показателей. Разработанная структура нейросетевого компонента обеспечивает реализацию его самообучающихся возможностей. Для реализации режима самообучения описаны методы, применяющиеся в компонентах нейроимитатора на этапах предобработки данных, формирования обучающей выборки, в процессе функционирования информационной системы и самообучения нейронных сетей.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** гибридные экспертные системы, нейронная сеть, аналитические информационные системы, нейросетевые компоненты, самообучение нейронной сети.

Для решения задач эффективного управления предприятием необходимо построение гибридных мультиагентных экспертных систем с нейросетевыми компонентами[3,6,7], обеспечивающих эффективную поддержку принятия

решений на всех уровнях и фазах управления, стадиях жизненного цикла продукта, услуги.

Основным достоинством нейросетевых компонентов в мультиагентных гибридных экспертных системах является их возможность самоорганизации в непрерывно изменяющихся в реальном масштабе времени динамических бизнес-процессах на предприятии [1,2].

В статье представлены вопросы создания аналитических систем с применением нейросетевых компонентов прогнозирования экономических показателей. Эти компоненты входят в состав поля знаний гибридной экспертной системы. Данная система реализует дерево целей для оценки состояния предприятия. Технологии построения данных систем представлены в работе автора [14].

Для решения задач прогнозирования экономических показателей предлагается применение нейросетевых компонентов [3,5]. Основной проблемой для внедрения нейросетевых компонентов в поле знаний аналитической системы является сложность и динамичность информационных систем. Достоинством нейросетевых компонентов мультиагентных гибридных экспертных систем является возможность их самоорганизации в непрерывно изменяющихся в динамических бизнес-процессах организации [1,3,8].

Число компонентов нейросетевого прогнозирования, соответствует общему количеству экономических показателей, применяемому для управления. Также следует иметь в виду, что тестирование системы и в том числе проверка адекватности нейросетевых моделей возможна только в составе реально-работающей комплексной информационной системы. Это подтверждает невозможность настройки нейросетевых компонентов автономно вне действующей информационной системы.

Разработанная структура нейросетевого компонента [3,4] обеспечивает реализацию его самообучающихся возможностей. Основными элементами, реализующими автоматическое самообучение нейроимитатора, являются: интерфейс ввода, предобработчик, задачник, нейроимитатор (учитель оценка, контрастер, конструктор, нейронная сеть), интерпретатор, интерфейс вывода, управляющий модуль [3,4,14]. Все эти элементы необходимы для реализации режима самообучения нейронной сети.

На этапе предобработки важную роль играет элемент предобработчик данных (рис.1). В него входят блоки собственно предобработки данных, а также погружения (формирования обучающей выборки). К этапам предобработки данных при нейросетевом моделировании в информационных системах относятся: исключение аномальных наблюдений, проверка однородности, заполнение пропусков, фильтрация, нормировка, погружение данных. На этапе погружения данных происходит формирование обучающей выборки из базы данных в соответствии с определенными правилами, заданными процедурой решения конкретной прикладной задачи. В частности, различаются функции погружения при решении задач анализа и прогноза. При решении задач прогнозирования выделяются варианты погружения данных в режимах "без пересечения", "с пересечением", "по одному ряду", "по совокупности временных рядов".

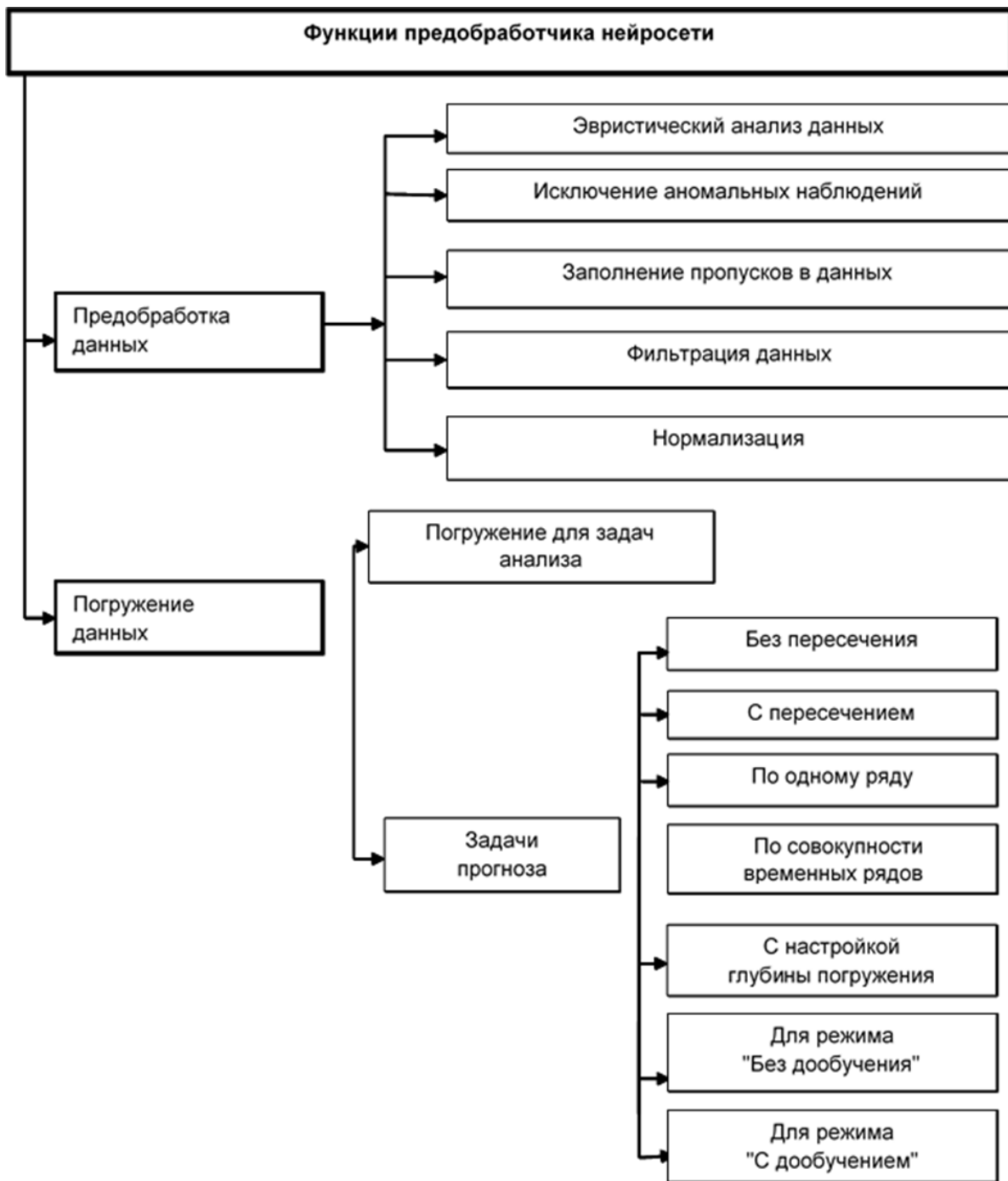


Рис. 1. Функции предобработчика нейросети

Предварительная очистка и первичная статистическая обработка исходных данных при нейросетевом моделировании включает этап исключения аномальных наблюдений. Для этих целей применяются алгоритмы «ремонта» данных [10].

Следующим этапом предобработки следует считать проверку однородности данных. Для проверки однородности данных применяются методы классификации данных «без учителя». Наиболее эффективными являются методы динамических ядер и нейросетевой метод адаптивной кластеризации данных, основанный на картах Кохонена [11].

Важным этапом предобработки является также процедура заполнения пропусков в данных. Данная процедура выполняется при помощи метода, который

интерпретируется как построение конвейера нейронов для обработки данных с пробелами [10].

Следующим элементом предобработчика является оценка выборки и, при необходимости, фильтрация данных. В зависимости от характера обучающей выборки возможно использование различных методов фильтрации данных. Для выбора методов производится предварительная оценка данных. Для этого можно использовать оценку дисперсии, эвристические методы. В зависимости от результатов анализа при помощи экспертной системы (продукционной, основанной на теории прецедентов и др.) определяется тот или иной метод фильтрации данных: простые скользящие средние, взвешенные скользящие средние, экспоненциальное скользящее среднее, вейвлет – анализ [12].

На рисунке 2 показаны результаты фильтрации с помощью Вейвлет преобразования.

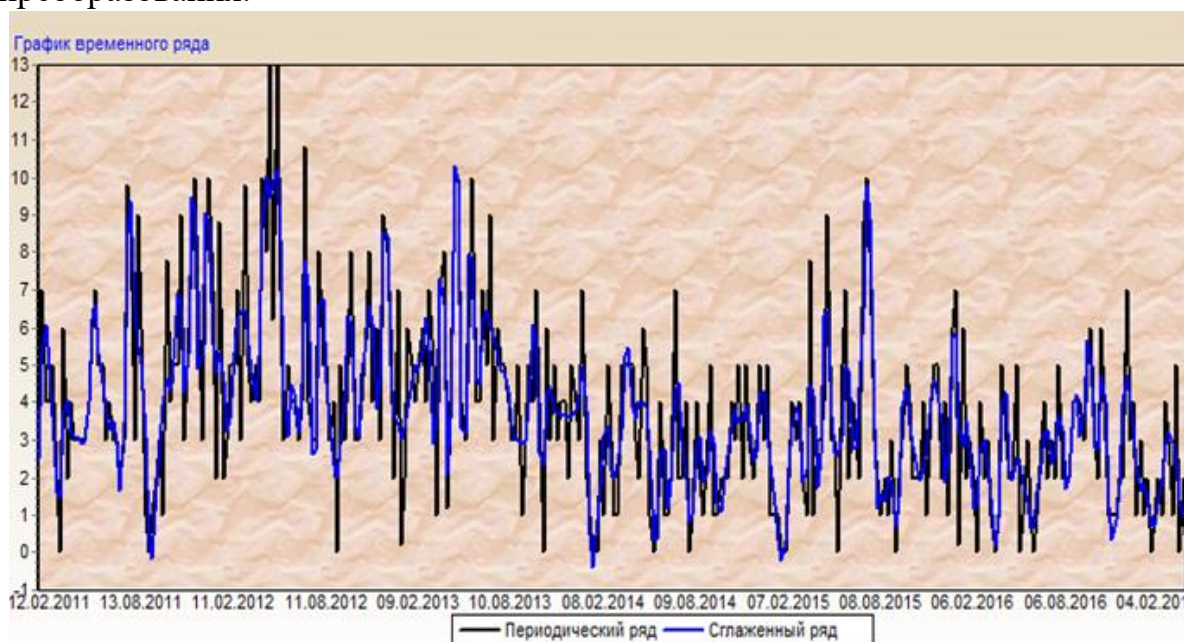


Рис.2 Сглаживание ряда с помощью Вейвлет - преобразования

Заключительным этапом предобработки является нормировка данных. При этом осуществляется преобразование входных сигналов таким образом, чтобы обеспечить эффективную работу нейронной сети. Для количественных признаков стандартными процедурами предобработки являются нормировка и центрирование, которые обеспечивают универсальность нейронной сети при работе с произвольными данными и позволяют сохранять параметры сети в оптимальном для функционирования диапазоне [11].

Для информационных систем важным является вопрос формирования задачника для нейросети. Это связано с тем, что для любого интеллектуального блока, которых в информационных системах довольно много, на входе формируется обучающая выборка, которая находится в постоянном динамическом изменении. Задачники формируются в результате функционирования информационной системы в базах данных в ритме процессов производства и управления в соответствии с разработанными технологиями. При этом выполняются процедуры погружения данных. Для задач прогнозирования возможны следующие варианты погружения информации: без пересечения, с

пересечением, с дообучением, без дообучения, по совокупности временных рядов, в том числе возможны варианты с учетом сезонных колебаний, с учетом других качественных признаков (рис.1).

Важную роль при реализации режима самообучения нейронной сети играют методы формирования выходных (целевых) параметров  $\bar{Y}$  задачника нейросети (рис.3). Наиболее качественные данные задачника получаются на основе фактической выборочной, экспериментальной информации, в том числе по данным происшедших событий, выполненных опытов и экспериментов. При решении

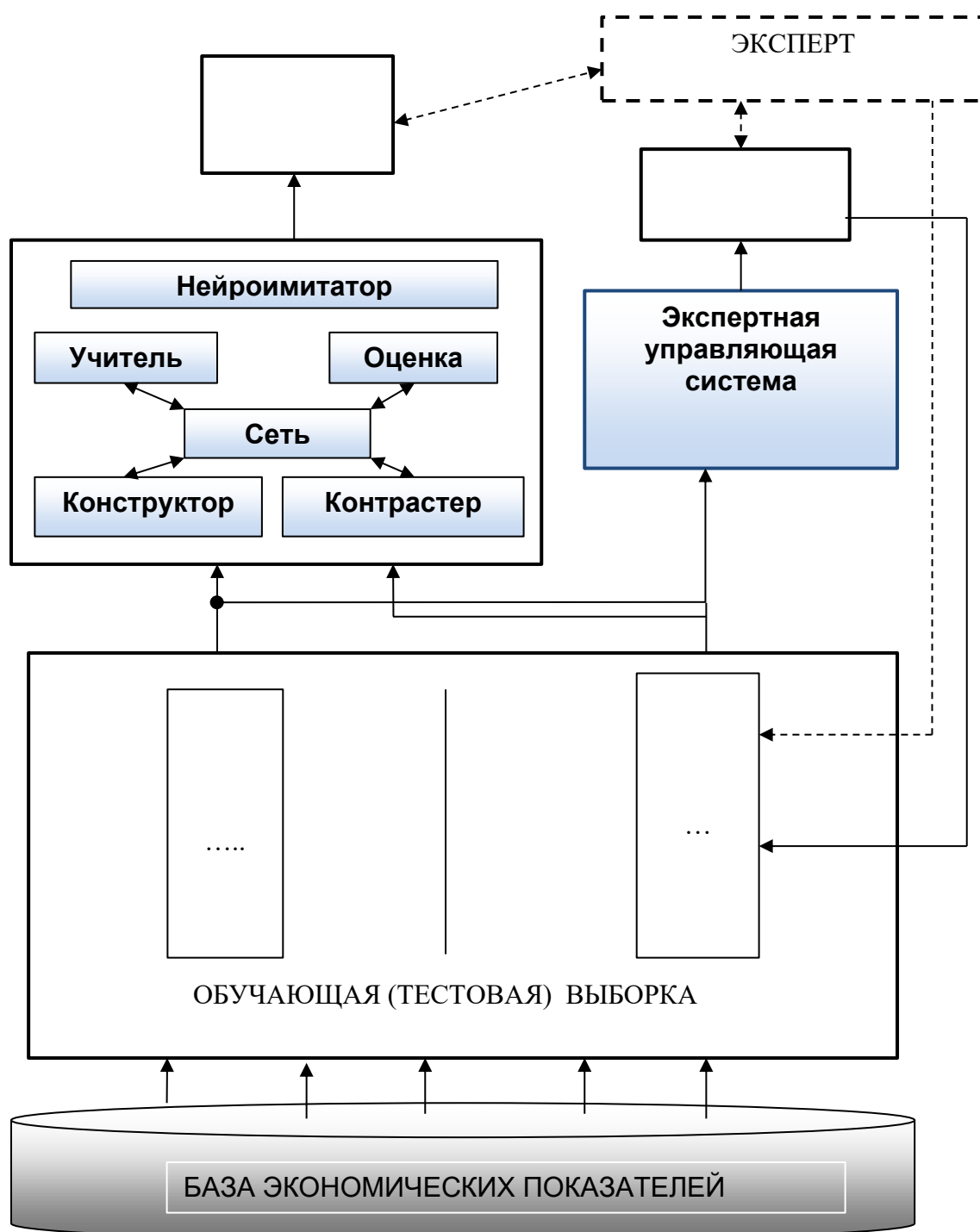


Рис. 3 Функционирование нейросетевого решателя в режиме самообучения



неформализованных задач, таких, например, как оценка состояния объекта управления, получение значения целевого параметра экспериментальным путем бывает невозможно. В этом случае используется экспертная информация, формируемая опытными специалистом в соответствующей области знаний или группой экспертов при помощи методов экспертной оценки [9,13]. В процессе функционирования информационной системы, при постоянно изменяющемся состоянии предметной области, существенном обновлении данных задачника часто не представляется возможным своевременно привлечь опытных специалистов для выработки значений целевых параметров и последующего дообучения нейронной сети. Для этого в работе созданы методы автоматического самообучения нейросетевых компонентов. Они реализуются при помощи специально разработанных экспертных систем, содержащих знания опытных специалистов, по аналитическим методикам и зависимостям, с использованием фиксированных констант и множеств, определяющих значения целевых параметров "по умолчанию".

На рисунке 3 представлен процесс функционирования нейросетевого решателя в режиме автоматического самообучения. В данной схеме показано подключение экспертной системы при формировании управляющего сигнала для переключения нейросетевого решателя в режим самообучения и автоматизированного формирования значений целевого параметра  $\bar{Y}^0$ . Перевод нейроимитатора в режим самообучения определяется управляющими коэффициентами  $\bar{K}$ . Они формируются на основе определения расстояния вектора текущих значений показателей до значений вектора при последнем обучении сети. Если расстояние достигает величины отклонения  $\varepsilon$ , управляющая экспертная система подключает блок формирования значений целевого параметра  $\bar{Y}^0$  для обучающей выборки нейронной сети. После его формирования вырабатывается сигнал на включение режима самообучения. Величина отклонения  $\varepsilon$  подбирается экспериментальным путем при проектировании информационной системы [4]. В процессе самообучения основную роль играют блоки нейроимитатора сеть, конструктор, контрастер, учитель, оценка (рис 3) [3,4,14].

Программная реализация системы выполнена на основе разработанных программно - инструментальных комплексов с WEB-сервисами: «Бизнес-аналитик», «Нейроаналитик», обладающими адаптивными свойствами, для реализации представленных в статье технологий самоорганизации. [3,4,5,14].

*Выводы.* Разработана технология и методы создания аналитических информационных систем организаций с применением компонентов прогнозирования экономических показателей в гибридных экспертных системах. Раскрыты вопросы применения нейросетевых компонентов для прогнозирования экономических показателей. Разработанная структура нейросетевого компонента обеспечивает реализацию его самообучающихся возможностей. Для реализации режима самообучения описаны методы, применяющиеся в компонентах нейроимитатора на этапах предобработки данных, формирования обучающей выборки, в процессе функционирования информационной системы и самообучения нейронных сетей.

Разработанные технологии и методы создания гибридных экспертных систем с нейросетевыми компонентами для решения задач прогнозирования экономических показателей были опробованы при проектировании систем управления торгово-сервисными и производственными предприятиями и показали эффективность их использования.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Горбань, А.Н. Обучение нейронных сетей / А.Н. Горбань. - М.: изд. СССР-США СП "ParaGraph", 1990. – 159 с.
2. Миркес, Е.М. Нейрокомпьютер. Проект стандарта / Е.М. Миркес. - Новосибирск: Наука. Сибирское предприятие РАН, 1999. - 337с.
3. Пятковский, О.И. Интеллектуальные компоненты автоматизированных информационных систем управления предприятием: Монография / О.И. Пятковский. - Барнаул: изд-во АлтГТУ, 1999. - 351с.
4. Авдеев, А.С. Адаптивная модель прогнозирования временных рядов на примере продаж автомобилей в регионе / А.С. Авдеев, О.И. Пятковский.- // Нейроинформатика, её приложения и анализ данных: материалы XVII Всеросс. Семинара / ИВМ СО РАН. – Красноярск, 2009. – С. 9–12.
5. Авдеев, А.С. Разработка WEB – сервисов интеллектуальной информационной системы «Бизнес-аналитик» и их применение при решении задачи оценки инвестиционных проектов» / А.С. Авдеев, М.В. Гунер, О.И. Пятковский О.И. // Нейроинформатика, её приложения и анализ данных: материалы XVII Всеросс. Семинара / ИВМ СО РАН. – Красноярск, 2013. – С. 111–117.
6. Гаврилова, Т.А. Базы знаний интеллектуальных систем / Т. А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский. – СПб.: Питер, 2000. – 384с.
7. Волкова, В.Н. Теория систем: Учеб. Пособие/ В.Н. Волкова, А.А. Денисов. - М.: Высш.шк., 2006.-511 с.
8. Тельнов, Ю.Ф. Реинжиниринг бизнес-процессов: компонентная методология / Ю. Ф. Тельнов. - 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 2005. - 318 с.
9. Воронов, А. А. Теоретические основы построения автоматизированных систем управления: Разраб. техн. задания / А.А. Воронов, Г.А. Кондратьев, Ю.В. Чистяков ; АН СССР, Дальневост. науч. центр, Ин-т автоматики и процессов управления. - М: Наука, 1977. - 232 с .
10. Россиев, А.А. Моделирование данных при помощи кривых для восстановления пробелов в таблицах / А.А.Россиев. // Методы нейроинформатики :Сб. научн. трудов/ Под ред. А.Н.Горбаня./- Изд-во КГТУ /-Красноярск,1998.-С.6-22.
11. Горбань, А.Н. Нейронные сети на персональном компьютере/. А.Н.Горбань, Д.А. Россиев - Новосибирск: Наука. Сибирская издательская фирма РАН, 1996. - 276 с
12. Ежов, А.А. Нейрокомпьютинг и его применения в экономике и бизнесе / А.А Ежов, С.А. Шумский - М.: МИФИ, 1998. - 224с..
13. Евланов, Л.Г., Кутузов В.А. Экспертные оценки в управлении / Л.Г. Евланов,, В.А. Кутузов.- М.:Экономика,1978.-133 с.
14. Пятковский, О.И. Технология создания гибридных экспертных систем в аналитических информационных системах организаций / О.И. Пятковский.// Инжиниринг предприятий и управление знаниями (ИП&УЗ-2021): Сборник научных трудов XXIV Международной

УДК 004.057

*Рачковская Е.Ф., Романова Е.В.*

*1. доцент, базовая кафедра АСОУ РТУ МИРЭА, rachkovskaya@mirea.ru*

*2. доцент, базовая кафедра АСОУ РТУ МИРЭА, romanova\_e@mirea.ru*

## **МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ СТРУКТУРНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ИТ-КОМПАНИИ ПО УЧАСТИЮ В ПРАКТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ СТУДЕНТОВ**

В статье рассматривается вопрос подготовки кадрового потенциала ИТ-компаний в условиях стремительного развития отрасли информационных технологий в современных условиях.

Актуальность вопроса заключается в необходимости согласованности позиций всех подразделений ИТ-компаний по развитию собственного кадрового потенциала. Компании подходят к его решению, применяя разные методы. Практическая подготовка обучающихся требует от компании формирования четкой позиции по стимулированию действующих сотрудников работе с начинающей молодежью.

Выделены показатели для оценки деятельности подразделений компании по проведению работ с практикантами. Предложена модель формирования оценки эффективности подразделений по этому виду деятельности. Такой подход должен положительно повлиять на развитие кадрового потенциала компании.

**Ключевые слова:** ИТ-компания, КРП, подготовка кадров, адаптация, кадровый потенциал, модель, практическая подготовка студентов.

### **Введение**

Отрасль информационных технологий развивается высокими темпами. Система образования в силу некоторой инерционности не совсем успевает за этими темпами, особенно в области адаптации студентов к реальным проектам.

ИТ-компаниям требуются подготовленные к реальной деятельности специалисты с коротким сроком адаптации.

Вопрос взаимодействия внутри компании по достижению баланса производительности труда и введения в проекты новых сотрудников всегда остаётся актуальным для любых организаций и предприятий.

Компании подходят к его решению, применяя разные методы: от составления простых программ адаптации на рабочем месте до выстраивания корпоративных университетов. В основном это зависит от размеров, объективного количества работников, стратегии развития бизнеса компании, существующих тенденций на рынке труда. Практическая подготовка обучающихся до реальных специалистов требует от организации формирования четкой позиции по стимулированию действующих сотрудников работе с молодежью.

В данной работе учитывался опыт организации взаимодействия между подразделениями одного из ведущих интеграторов по разработке государственных информационных систем ФГАУ НИИ «Восход».

## **Обзор положения на рынке труда начинающих ИТ-специалистов.**

Обратимся к данным информационно-справочного портала Tadviser [1]. Выделим несколько направлений рынка востребованности ИТ-специалистов:

- на начало осени 2023 года рынок вакансий для ИТ-специалистов показывает положительную динамику: если в сентябре 2022 года на портале hh.ru было открыто 64 тысячи вакансий, то в сентябре 2023 года компании разместили 76 тысяч вакансий;

- рынок активно растет из-за спроса на менеджеров, аналитиков и backend-разработчиков, например, количество вакансий для системных и бизнес аналитиков увеличилось на 55% и 43% соответственно, а число вакансий для менеджеров проектов и продуктов также увеличилось на 61% и 22%;

- спрос на специалистов всех уровней за год вырос и даже обогнал рынок: молодых начинающих специалистов начали искать на 101% чаще, специалистов среднего уровня — на 73%, а специалистов высшей квалификации — на 30%.

Однако в численном выражении высококвалифицированные специалисты все равно остаются самым желанными, например, в сентябре 2023 года для таких специалистов было открыто 2,7 тысячи вакансий, тогда как для начинающих всего 640 вакансий — соотношение практически один к четырем.

Рост популярности ИТ-специальностей начался во время пандемии коронавируса, затем ускорился благодаря комплексом мер поддержки ИТ-индустрии, принятым государством за последние пару лет. В результате сейчас наблюдается переизбыток кандидатов на начальные позиции с завышенными ожиданиями по зарплате и низкой квалификацией, не позволяющей брать их на работу [3].

Дополнительно отметим, что причинами увеличения спроса на специалистов среднего уровня и высококвалифицированных сотрудников в государственных ИТ-компаниях являются следующие:

- увеличение доли субсидированных государством ИТ-проектов в условиях роста государственного регулирования;
- уменьшение сроков выполнения ИТ-проектов.

Для работы в таких проектах нужны, как минимум, молодые специалисты, обладающие знанием теоретических основ ИТ-технологий и опытом проектной деятельности, а выпускники вузов часто не обладают именно достаточным опытом проектной деятельности:

Сейчас ИТ-компаниям необходимо находить пути стимулирования тех подразделений, которые способны довести начинающих специалистов до нужного уровня в рамках своего направления деятельности. Этому как раз может способствовать согласование требований по проведению производственной и преддипломной практики студентов. Уже подготовленные для решения реальных проектных задач студенты приобретают потенциал трудоустройства, а компания получает перспективных проверенных кандидатов, а не «кота в мешке».

## **Базовые кафедры ФГАУ НИИ «Восход».**

В ФГАУ НИИ «Восход» существуют две базовые кафедры (БК): базовая кафедра института информационных технологий РТУ МИРЭА № 239 —

автоматизированных систем организационного управления» и базовая кафедра цифровых технологий в государственном управлении ФГАУ НИИ «Восход» Высшей школы математики, статистики и кибертехнологий РЭУ им. Г.В. Плеханова. Кафедры участвуют в подготовке специалистов по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика» (бакалавриат) и 09.04.03 «Прикладная информатика» (магистратура).

В рамках читаемых дисциплин студенты изучают различные аспекты предметной области «Автоматизированные системы организационного управления», которая является ключевой в разработке государственных автоматизированных систем организационного управления. Степень участия самостоятельных структурных подразделений (ССП) в подготовке студентов на этом этапе может быть следующей:

- преподавание дисциплин специалистами подразделения в качестве преподавателя;
- проведение научно-технических семинаров;
- проведение профориентационных мероприятий: экскурсий, мастер-классов и потому подобное.

Под практическую подготовку студентов в учебном процессе отводится целый семестр. Сюда включаются все виды практик и подготовка ВКР. Именно практическая подготовка студентов может перевести теоретические и практические знания и навыки студентов в плоскость реальной проектной деятельности в рамках выполняемых заданий компании под управлением квалифицированных наставников. Для организации и сопровождения практик студентов, особенно базовых кафедр вузов-партнеров, требуется выполнить множество задач. Помимо студентов, получающих высшее образование, могут приниматься на практику студенты колледжей и техникумов, то есть получающие среднее профессиональное образование.

Таким образом, выявляется ключевой момент: подразделению нужно желание вести процесс адаптации практиканта, а наставнику нужны желание, опыт и время, т.е. стимулирование этой деятельности.

#### **Модель стимулирования.**

Работодателям приходится помимо основной деятельности вовлекаться в подготовку специалистов нужного уровня, что является дополнительной нагрузкой.

Предлагается ввести данный показатель в КРІ работы ССП. Обобщенная оценка показателей может учитываться в расчете вознаграждения по результатам годовой деятельности ССП.

Разработанная модель КРІ подразделения по организации практик студентов представлена ниже в таблице 1.

Используемые обозначения:

- Учебный центр - отдел, обеспечивающий деятельность базовых кафедр в Учреждении;
- СП – служба персонала Учреждения.

Таблица 1 — Показатели оценки ССП по организации практик студентов.

№ п/п	Показатель (эффективности)	Значимость показателя в %	Кто оценивает	Исходные данные для оценки	Критерии выполнения
1.	Количество заявок на практикантов БК от ССП	5	Учебный центр	Количество заявок на практикантов в БК от ССП	Количество заявок, преданных в Учебный центр /Плановое значение, полученное от СП
2.	Количество студентов БК, прошедших практику в ССП	25	Учебный центр, СП	Количество отчетов студентов о практике	Количество студентов БК, прошедших практику в ССП/Плановое значение, полученное от СП
3.	Инициативное количество заявок на практикантов от ССП	5	Учебный центр	Количество инициативных заявок от ССП	Количество заявок, преданных в СП
4.	Количество студентов, прошедших практику в ССП по инициативным заявкам	10	Учебный центр, СП	Количество анкет студентов, прошедших практику по дополнительным заявкам от ССП	Оценивается доля сторонних студентов, прошедших практику в СПП
5.	Интегральная оценка отзывов студентов БК о результатах прохождения практик в ССП	15	Учебный центр	Анкеты студентов БК	Интегральная оценка: >1 - задача выполнена полностью+ бонусы от студентов (хорошие комментарии, бонусы должны стимулироваться) = 1 - задача выполнена полностью <1 - задача выполнена не полностью
6.	Оценка уровня коммуникации с Учебным центром	10	Учебный центр	Отзывы наставников	Наставник на постоянной основе коммуницирует с работниками Учебного центра - 1

№ п/п	Показатель оценки (эффективности)	Значимость показателя в %	Кто оценивает	Исходные данные для оценки	Критерии выполнения
					Наставник коммуницирует с работниками Учебного центра по инициативе работников отдела - 0,5 Наставник не коммуницирует с работниками Учебного центра - 0
7.	Приглашение на работу в качестве стажера/начинающего специалиста	15	СП	Количество заявок в СП на выделение ставки для оформления на работу	Оценивается доля трудоустроенных студентов
8.	Продолжение работы над ВКР по тематике ССП	10	Учебный центр	Сообщение наставника+ Тема ВКР	Оценивается доля студентов, выполняющих ВКР по тематике ССП
9.	Продолжение взаимодействия в неформальном режиме	5	Учебный центр, СП	Сообщение наставника, информация от студентов	Оценивается доля студентов, с которыми продолжается взаимодействие

Каждый выделенный показатель КРІ максимально равен единице. Для включения в расчет показатель умножаются на свою весовую значимость. Общий показатель эффективности работы ССП с практикантами рассчитывается суммированием всех полученных значений показателей.

### Выводы

Предложенная модель оценки аффектированности проведения практик в подразделениях компании может расширяться за счет уточнения показателей и установления взаимосвязи между ними. Это будет способствовать укреплению взаимодействия подразделений, и как следствие, кадрового потенциала компании.

Отметим, что в перспективе гонку «за кадры» выигрывают компании, которые занимают активную позицию на рынке труда и делают ставку на адаптивность: создают образовательные программы для молодежи и по развитию имеющихся сотрудников, введут программы удержания и повышения лояльности компании, стажировок для привлечения молодых специалистов и выпускников ВУЗов [2].

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Рынок труда в России (ИТ и телеком) [Электронный ресурс] // tadviser.ru информационно-справочный портал. М., 2023. URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%A0%D1%8B%D0%BD%D0%BE%D0%BA\\_%D1%82%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%B0\\_%D0%B2\\_%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B8\\_%28%D0%98%D0%A2\\_%D0%B8\\_%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D0%BC%29](https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%A0%D1%8B%D0%BD%D0%BE%D0%BA_%D1%82%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%B0_%D0%B2_%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B8_%28%D0%98%D0%A2_%D0%B8_%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D0%BC%29)
2. Тумакова А. Обучение ИТ-сотрудников. Востребованные специалисты, актуальные методы подготовки, комментарии участников отечественного ИТ-рынка [Электронный ресурс] // ict-online.ru информ.-справочный портал. М., 2023. URL: <https://ict-online.ru/analytics/Obucheniye-IT-sotrudnikov-Vostrebovannyye-spetsialisty-aktual-nyye-metody-podgotovki-kommentarii-uchastnikov-otechestvennogo-IT-rynka-279257>
3. Обзор ИТ-отрасли по итогам первого полугодия: какие зарплаты платят и насколько сложно найти работу. [Электронный ресурс] // hh.ru - сайт по поиску работы и сотрудников. М., 2023. URL: <https://hh.ru/article/31783>
4. Рачковская Е.Ф., Романова Е.В. Особенности проведения дистанционных стажировок студентов в организации /В сборнике: Дистанционные образовательные технологии. Материалы VII Международной научно-практической конференции. Симферополь, 2022. С. 272-276.

УДК 004

*Ростова О.В., Сухарева П.С.*

1. доцент, к.э.н., Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
2. Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,  
Санкт-Петербург, o.rostova\_isem@mail.ru

## ОПТИМИЗАЦИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ПОСТАВЩИКАМИ В ОРГАНИЗАЦИЯХ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

В статье проводится анализ проблем компаний фармацевтической отрасли, связанных с логистическими процессами. На примере пилотного проекта внедрения SRM-системы в филиале сети ПАО «Петербургские аптеки» в работе обоснован выбор наиболее подходящего информационного решения, представлены модели оптимизируемых бизнес-процессов взаимодействия с поставщиками, выявлены эффекты, ожидаемые от внедрения.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** SRM-система, организация фармацевтической отрасли, автоматизация бизнес-процессов, эффективность внедрения, взаимодействие с поставщиками

На сегодняшний день фармацевтические организации занимают устойчивую позицию на рынке розничной торговли. Поскольку для этой среды характерно наличие большого количества сложных внутренних механизмов, компаниям следует тщательно подходить к разработке и оптимизации ключевых бизнес-процессов. С учетом темпа развития технологий это необходимо для того, чтобы сохранять соответствующий уровень конкурентоспособности. В связи с тем, что аптечная деятельность подвергается особому вниманию со стороны как законодательства, так и социального аппарата, риски во всех ее аспектах должны быть сведены к минимуму. Одной из важных задач является исключение человеческого фактора как причины возникновения критических ошибок. Контроль качества продукции, оптимизация снабжения, эффективная организация лекарственных товаров на складах – все эти значимые процессы могут быть усовершенствованы путем внедрения информационных систем. В частности, рассматривая процессы логистики, играющие серьезную роль в фармацевтической



системе, можно сразу выделить несколько возможных направлений оптимизации, например контроль условий поставок, оптимизацию систем хранения или автоматизацию составления заявок на поставки [1].

Приобретение фармацевтических препаратов за счет собственных денежных средств занимает порядка 65% рынка. Несмотря на превосходство отечественных производителей по объему продаж, по совокупной стоимости препаратов более значимую часть занимают зарубежные производители [2]. В связи с нестабильной ситуацией с поставками лекарственных препаратов на мировом рынке взаимодействие с поставщиками дорогостоящих импортных лекарств нуждаются в особом контроле.

Целью данного исследования выступает обоснование целесообразности внедрения SRM-систем в компаниях фармацевтической отрасли для совершенствования бизнес-процессов взаимодействия с поставщиками.

Приоритетными видами деятельности аптек являются следующие направления:

- реализация услуг по хранению, приему и отпуску средств медицинского назначения и лекарственных препаратов;
- продажа медицинской техники, а также изделий, предназначенных для медицинского применения;
- продажа лекарств по сниженной стоимости льготным категориям граждан.

При недостаточно эффективной организации деятельности аптек и процессов, связанных с этой деятельностью, могут возникать следующие проблемы:

1) высокое количество испортившихся в результате неправильной транспортировки товаров. Например, при незначительном несоблюдении температурного режима транспортировки, целые партии товаров могут оказаться негодными для последующего использования и не только принести большие финансовые убытки для компании, но и при отсутствии достаточного контроля попасть в пользование потребителям и нанести вред их здоровью;

2) недостаток автоматизации внутренних процессов аптеки, в частности обновления прайс-листов, отсутствие единого формата для учета и заказа медикаментов, а также затрудненный бухгалтерский учет ведут к регулярным ошибкам, связанным с человеческим фактором. Также данные проблемы приводят к повышенным временным затратам на выполнение рутинных задач со стороны сотрудников, что говорит о потенциально низкой эффективности их работы;

3) отсутствие единого программного обеспечения с полной и структурированной информацией о товарах и их поставщиках, об остатках на складе. Для эффективного учета и пополнения товаров, которые числятся в наличии, нужна система с согласованными каталогами и возможностью создания шаблонов заявки на закупку;

4) отсутствие автоматизированного журнала для проведения расчётов с поставщиками наряду с высокой загруженностью системы. Из-за большого количества плохо систематизированных поставок и ручного учета стоимости товаров при проведении расчётов возникает высокая вероятность возникновения не только временных задержек, но и ошибок в учете.

В настоящее время стремительно развивается рынок информационных систем. Информационно-технологическая поддержка значительно упрощает

организацию бизнес-процессов на предприятии. Рассматривая именно деятельность аптеки, все перечисленные выше проблемы можно решить, прибегнув к внедрению готового информационного решения, которое позволит не только оптимизировать бизнес-процессы организации, но и усилит ее конкурентоспособность в долгосрочном периоде.

В качестве предмета исследования выступала реализация пилотного проекта внедрения SRM-системы в филиале акционерного общества «Петербургские аптеки». Сеть насчитывает 85 аптек. «Петербургские аптеки» представлены во всех районах Санкт-Петербурга, а также в ближайших пригородах.

В данный момент у компании заключены долгосрочные контракты с 20 активными поставщиками, заказы у которых оформляются на регулярной основе. Практически для каждого поставщика используется индивидуальное ИТ-решение. Несмотря на то, что такая система удобна своей информативностью (в индивидуальных программах подробно описаны свойства каждого поставляемого препарата, а также вся дополнительная информация о нем в максимально доступном для посредника объеме), заказы на медикаменты оформляются вручную. Некоторые из используемых индивидуальных программ являются сводными, т.е. используются для работы с несколькими поставщиками, которые предоставляют узконаправленную продукцию или обладают небольшим ассортиментом. Такое значительное количество поставщиков необходимо для того, чтобы поддерживать широкий ассортимент и релевантную конкурентной среде ценовую политику.

Основной целью внедрения информационной системы является упрощение взаимодействий с поставщиками путем создания единой системы, а также минимизация убытков организации за счет оптимизации бизнес-процессов. Для решения существующих проблем необходимо внедрение информационной системы, обладающей следующей функциональностью:

- формирование регулярных отчетов (преимуществом станет наличие функции прогнозирования объема продаж на основе сформированной статистики);
- наличие единого реестра медикаментов и всех их поставщиков;
- наличие единой базы данных для контроля наличия товаров на складе;
- формирование отчета в реальном времени об остатках товара, количестве продаж, о сроках годности и др.;
- автоматическое обновление цен в системе, в том числе с учетом кратковременных акций, скидок для льготных категорий граждан, системы бонусных накоплений;
- возможность проверки фальсифицированных серий лекарственных препаратов;
- возможность автоматически отслеживать наличие лекарственных препаратов и их аналогов в ассортименте аптеки, составлять отчёты о поступлении и реализации торговых позиций;
- возможность отображения условия транспортировки препаратов в заявке, отправляемой поставщику.

На рынке информационных систем было отобрано несколько вариантов с достаточно широкими функциональными возможностями. Для выявления наиболее подходящего варианта был проведен качественный анализ, представленный в Таблице 1 [3,4].

Таблица 1 - Качественный анализ

Преимущества	Недостатки
<b>БЭСТ-5. Аптека</b>	
<p>Не требует поддерживающих затрат после внедрения.  Удобный и понятный интерфейс.  Поддержка ФГИС "МДЛП".  Бухгалтерский модуль.  Есть функции выгрузки накладных.  Анализ остатков на складе.  Позволяет автоматизировать формирование отчетов по объему продаж, актуальности отдельных позиций.  Регистрация товара по штрих-кодам, кодам маркировки, через справочник и др.  Работа с бонусами и скидками.  Возможность экспортировать информацию в сторонние системы учета.</p>	<p>Невозможность реализации всех требований (недостаточный функционал в блоке логистики, который является для нас приоритетным).  Высокая стоимость внедрения полноценной системы.  Система является закрытой, и пользователь не сможет ее изменить.  Высокая стоимость модернизации модулей, т.к. изменение базовых модулей производится только разработчиками компании «БЭСТ».</p>
<b>1С: Розница 8. Аптека</b>	
<p>Много учебных материалов и пособий для обучения.  Поддержка ФГИС "МДЛП".  Анализ остатков и прогноз расходов.  Широкая система отчетности.  Простая интеграция со сторонними системами учета.  Возможность фиксировать уровень сервиса поставщика при исполнении заказов.  Автоматический контроль цен ЖНВЛП.</p>	<p>Перегруженный и устаревший интерфейс.  Нет всех необходимых модулей, из-за чего возрастают траты на доработку системы.  Завышенная цена на продукт и его содержание.  Недостаточный уровень безопасности данных.  Необходимость платить за обновления.  Сложность внедрения системы.</p>
<b>Смарт Аптека</b>	
<p>Быстрое внедрение системы.  Интеграция с различными сервисами.  Гибкое управление ценообразованием.  Удобный и понятный интерфейс.  Поддержка ФГИС "МДЛП".  Автоматический контроль цен ЖНВЛП.  Автоматизация составления заказов и отчетных документов для поставщиков.  Сводный прайс-лист поставщиков.  Продвинутая аналитика.  Оптимизация товарных запасов.</p>	<p>Согласно отзывам пользователей, есть ошибки в работе некоторых из заявленных функций.  Долгое время ответа от техподдержки.</p>
<b>КМИС. Аптека</b>	
<p>Оперативная техподдержка.  Поддержка ФГИС "МДЛП".  Автоматизации складского учета движения лекарственных средств.  Контроль сроков годности.  Уменьшение складских запасов до минимально возможного уровня.  Формирование нормативных и типовых отчетов.  Подробное руководство для новых пользователей.</p>	<p>Устаревший интерфейс.  Внедрение занимает много времени.  Требует постоянной технической поддержки и обновления.  Доработка стоит дорого, из-за чего возникает постоянная зависимость от компании-разработчика.  Функционал не такой широкий, как у конкурентов.</p>

Характеристика «поддержка ФГИС "МДЛП"», встречающаяся во всех решениях, подтверждает соответствие внедряемой ИС федеральному закону **61-ФЗ «Об обороте лекарственных средств»** в редакции Федерального закона № 462-ФЗ от 27.12.2019 г., согласно которому все участники оборота лекарственных препаратов обязаны передавать информацию обо всех регламентируемых операциях во ФГИС МДЛП (Мониторинг движения лекарственных препаратов).

На основании проведенного анализа были отобраны два наиболее подходящих решения: «БЭСТ-5. Аптека» и «Смарт Аптека». В результате проведения мультикритериального количественного анализа, было определено, что информационная система «Смарт Аптека» является наиболее целесообразным вариантом типового решения для филиала сети аптек АО «Петербургские аптеки» в рамках рассматриваемого проекта.

Для того, чтобы продемонстрировать необходимость внедрения информационной системы на Рисунке 1 в качестве примера представлена схема процесса «Заявка на поставку и формирование отчета» в состоянии AS IS.

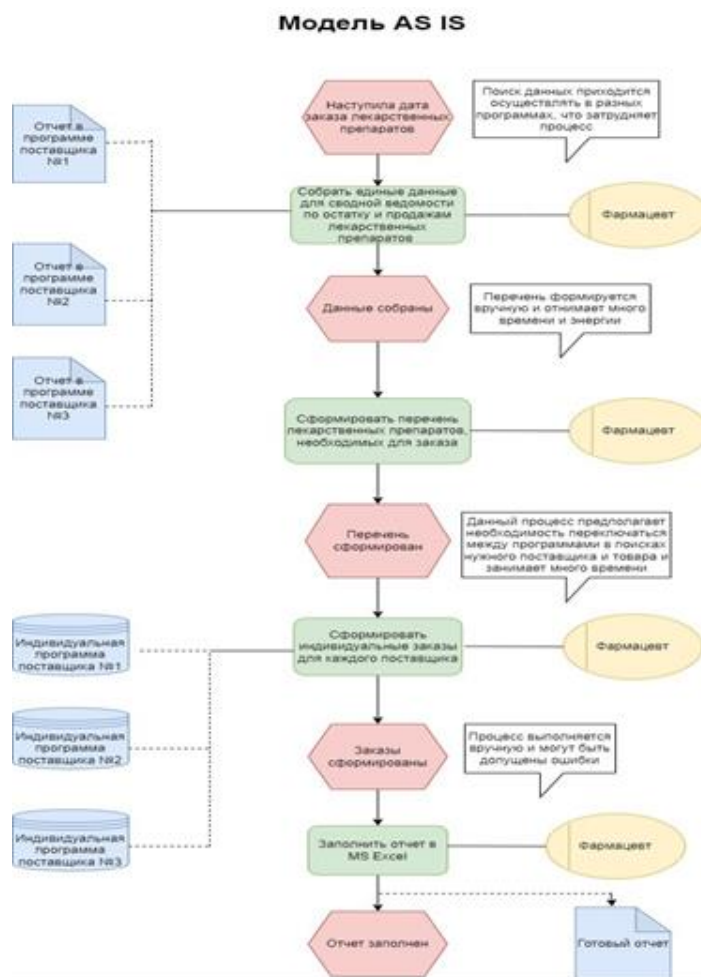


Рисунок 1 – Модель процесса «Заявка на поставку и формирование отчета» в состоянии AS IS в нотации EPC

Исходя из представленной модели, можно сделать вывод о том, что процесс формирования ведомости, заказов и финального отчета занимает достаточно большое количество времени и требует поиска информации в разных источниках, с

учетом постоянного переключения между программами. Данный процесс можно признать затруднительным из-за отсутствия нужной степени автоматизации.

Далее, на Рисунке 2 представлена схема того же процесса в состоянии TO BE. На ней отражены изменения, которые должны произойти после внедрения информационной системы. Эта схема отражает то, как возрастает удобство и эффективность процесса при применении инновационного и высокотехнологичного подхода к организации бизнес-процессов компании.

### Модель TO BE

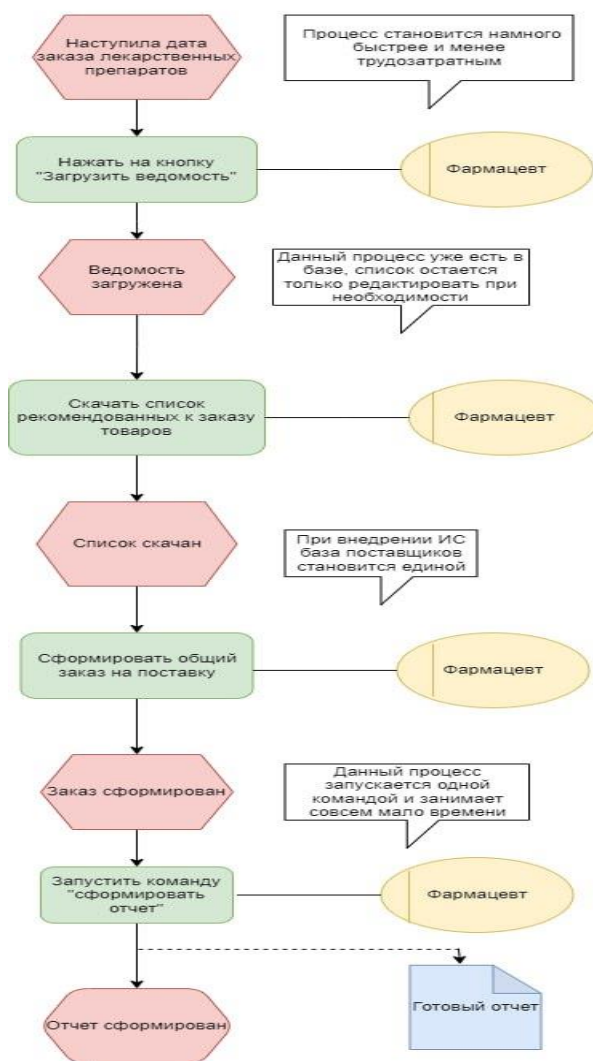


Рисунок 2 – Модель процесса «Заявка на поставку и формирование отчета» в состоянии TO BE в нотации EPC

Для оценки эффективности внедрения информационной системы «СмартАптека» было проведено выявление изменения качественных показателей [5,6]. В результате внедрения информационной системы произойдут следующие изменения:

- оптимизация запасов на складе;
- появление попозиционного анализа ассортимента;
- появление функции автоматического размещения заказа;

- появление сводного прайс-листа;
- возможность отслеживать неудовлетворенный спрос и своевременно принимать решения по корректировке ассортимента;
- ускорение процесса прогноза изменения прибыли;
- автоматизация маркетинговых процессов;
- упрощение процессов аналитики;
- понятный и удобный интерфейс;
- полный учет движения наличных и безналичных денег;
- автоматизация процесса оформления индивидуальных заказов.

Данные усовершенствования значительно влияют на повышение уровня конкурентоспособности компании, а также предоставляют работникам возможность выполнять свои обязанности более эффективно. В связи с применением столь обширных новшеств, убытки, связанные с процессами снабжения, сокращаются на всех измененных этапах.

*Выводы.* В исследовании были выявлены проблемы компаний фармацевтической отрасли, связанные с логистическими процессами. Практическая часть работы заключалась в разработке пилотного проекта внедрения SRM - системы в филиале сети ПАО «Петербургские аптеки». В качестве примера оптимизации приведен бизнес-процесс «Заявка на поставку и формирование отчёта» в состояниях «как есть» и «как должно быть».

Исходя из представленных выше рассуждений, можно сделать вывод о том, что тщательное формирование и дальнейшее совершенствование бизнес-процессов необходимо для любой успешной компании. Аптечная деятельность, как достаточно крупный сектор рынка, также нуждается в грамотной оптимизации бизнес-процессов, в особенности процессов снабжения. В современных условиях подобные новшества составляют минимальные требования для сохранения компанией конкурентоспособности.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Шмелева А.С. Особенности управления инновационными проектами с использованием гибких методологий / А.С. Шмелева, С.Б. Сулоева // [Фундаментальные и прикладные исследования в области управления, экономики и торговли](#): сборник ст. – 2021. – С. 107-112.
2. Фармацевтический рынок России 2021: влияние пандемии и стратегии развития [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://delprof.ru/press-center/open-analytics/farmatsevticheskiy-rynok-rossii-2021-vliyanie-pandemii-i-strategii-razvitiya/>
3. Сайт компании ООО «Виктория-ЮГ» [Электронный ресурс] – URL: <https://www.best5-apteka.ru/>
4. Сайт компании ООО «К-МИС» [Электронный ресурс] – URL: <https://www.kmis.ru/kmis-apteka>
5. Шмелева А.С. Алгоритм выбора методологии управления цифровыми инновационными проектами/ А.С. Шмелева // Журнал исследований по управлению. – 2022. – Т. 8. – № 2. – С.10-21.
6. Андреева А.С., Ростова О.В. Разработка проекта внедрения портала контрагента в фармацевтическом холдинге. В сборнике: Фундаментальные и прикладные исследования в области управления, экономики и торговли. 2020. - С. 236-242.

*Рыбина Г. В., Душкин Р. В., Степаньков В. Ю., Григорьев А. А.*

*1. д.т.н., профессор, Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»,  
Москва, e-mail: [gvrybina@yandex.ru](mailto:gvrybina@yandex.ru)*

*2. ст. преподаватель, Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»,  
генеральный директор, ООО «СМАРТ-ТЕХ»,*

*3,4. аспирант, Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»,*

## **ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ: НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ В ДИНАМИЧЕСКИХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ**

Анализируется опыт концептуального и программного моделирования архитектур двух различных классов динамических интеллектуальных систем – динамических интегрированных экспертных систем (ИЭС) и многоагентных систем (МАС), на основе использования задачно-ориентированной методологии (или ее отдельных элементов), инструментальных средств комплекса АТ-ТЕХНОЛОГИЯ и системы ИМВИА. Акцент делается на конкретизацию процессов интеграции с методами и средствами имитационного моделирования при разработке динамических ИЭС и МАС.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** имитационное моделирование, динамические интеллектуальные системы, задачно-ориентированная методология, динамические интегрированные экспертные системы, многоагентные системы, интеграция

### **Введение**

В современных условиях при создании и использовании высококритичных программно-аппаратных комплексов и систем гражданского и военного назначения традиционные технологии уже не могут обеспечить повышения качества оперативного управления и принятия решений, особенно в условиях возрастания информационных и технологических рисков и воздействия таких факторов, как нештатные ситуации управления функционированием систем, требования безопасности, наличие человеческого фактора и т.д.

Поэтому в настоящее время активно востребованы результаты исследований и практических разработок в области динамических интеллектуальных систем (ДИС), среди которых наиболее развитыми в теоретическом и технологическом плане являются архитектуры динамических интегрированных экспертных систем (ИЭС) [1,2], в которых в рамках единой масштабируемой архитектуры совместно используется широкий спектр моделей и методов решения различных неформализованных и формализованных задач в динамических проблемных областях (ПрО).

С другой стороны, как показано в [3,4], новые парадигмы и технологии в ИТ-индустрии и высокие темпы цифровизации на основе моделей Индустрии 4.0 обусловили сегодня рост потребностей в использовании децентрализованных архитектур ДИС, что определяется особенностями большинства приложений, состоящих из значительного числа автономных мобильных объектов, активно взаимодействующих при совместном решении задач (например, управление в группах беспилотных объектов, сетевые информационные системы в вооруженных силах, распределенные транспортные системы и др.). Для подобных систем наиболее подходящими архитектурами и технологиями разработки являются архитектуры автономных агентов и многоагентных систем (МАС) [3].

Анализ опыта разработки динамических ИЭС, созданных на основе задачно-ориентированной методологии построения ИЭС [1,2] и поддерживающей эту методологию интеллектуальной программной среды инструментального комплекса АТ-ТЕХНОЛОГИЯ, показал необходимость решения проблемы многоуровневой интеграции моделей, методов и программных средств, совместно определяющих логику принятия решений в реальном времени (РВ) [5], поскольку архитектуры динамических ИЭС представляют собой существенно более сложный тип гетерогенной архитектуры, особенность которой заключается в имитационном моделировании в РВ внешней среды различного типа и включении в состав архитектуры соответствующих средств, адекватно отражающих все процессы и законы функционирования среды.

Исходя из этого, важное место при разработке динамических ИЭС отводится исследованиям как в области создания методов и технологий автоматизированного получения, представления и обработки темпоральной информации [6], так и решения проблем интеграции с методами и средствами имитационного моделирования внешней среды и проведения имитационных экспериментов (необходимость наличия специальных программно-аппаратных средств сопряжения с внешней средой в виде датчиков, контроллеров и т.д. здесь не рассматривается).

Отмеченные выше семантические и технологические проблемы многоуровневой интеграции в значительной степени определяет большую сложность разработки динамических ИЭС, поскольку здесь необходимо также исследовать поведение моделируемой системы во времени (в качестве внешней среды рассматриваются, как правило, сложные технические (СТС) и организационно-технические системы (СОТС) дискретного типа) [2,7]) т.е. учитывать взаимосвязь между параметрами моделируемых СТС/СОТС во времени, что является необходимым условием для осуществления темпорального вывода в динамических ИЭС [1, 8].

Другой подход, также связанный с применением имитационного моделирования в контексте задачно-ориентированной методологии, относится к многоагентным системам (МАС), прототипирование архитектуры которых проводится, как правило, на основе результатов предварительного имитационного моделирования структуры, типологии и способов взаимодействия интеллектуальных агентов. Здесь используются эвристические модели решения типовых задач, методы реализации модели общения, адаптированной для взаимодействия интеллектуальных агентов и др. базовые элементы задачно-ориентированной методологии [1,2]).

В центре внимания данной работы находятся вопросы, связанные с анализом опыта концептуального и программного моделирования архитектур динамических ИЭС и МАС, а также обсуждаются тенденции и перспективы дальнейшего развития процессов глубинной интеграции методов и средств имитационного моделирования с методами и средствами поддержки процессов построения динамических ИЭС и МАС (в контексте задачно-ориентированной методологии как единой основы, обеспечивающей комплексное решение научных и прикладных проблем, связанных с построением различных классов ДИС).



## **1. Место и роль имитационного моделирования в технологиях разработки отдельных типов архитектур динамических интеллектуальных систем**

Рассмотрим кратко, в чем заключается необходимость и особая привлекательность обращения к методам имитационного моделирования для проблематики ДИС в целом. Имитационное моделирование (в широком смысле) представляет собой процесс конструирования модели реальной системы и постановки экспериментов на этой модели с целью либо понять поведение системы, либо оценить (в рамках накладываемых ограничений) различные стратегии, обеспечивающие функционирование системы [9].

Имитационное моделирование (в узком смысле) - это представление динамического поведения системы посредством продвижения ее от одного состояния к другому в соответствии с хорошо известными операционными правилами (алгоритмами). В зависимости от способа представления процессов, происходящих в моделируемом объекте, системы имитационного моделирования могут быть существенно различных классов - дискретными/непрерывными, пошаговыми/событийными, детерминированными/стохастическими, стационарными/нестационарными.

Как показано в [7,9], на протяжении длительного времени исследования в области имитационного моделирования были посвящены, в основном, классическому имитационному моделированию, ориентированному на формализованные (прежде всего математические модели), не позволяющие в полной мере учесть все многообразие возможных вариантов СТС/СОТС дискретного или непрерывно-дискретного типа.

Поэтому становление современного имитационного моделирования, опираясь в целом на научные и технологические результаты, полученные в рамках классического имитационного моделирования, сегодня тесно взаимосвязано с такими областями искусственного интеллекта (ИИ), как инженерия знаний и онтологический инжиниринг, анализ данных (Data Mining) и анализ ЕЯ-текстов (Text Mining), эволюционное и генетическое моделирование, нейронные сети и машинное обучение, методы и технологии ИЭС, ИСППР, МАС и др. архитектуры ДИС.

В целом, проблематику имитационного моделирования, как и любой другой области научного знания, можно рассматривать исходя из следующих основных аспектов: методологического, формально-концептуального, интеграционного, инструментально-технологического и прикладного. В контексте анализа архитектур двух классов современных ДИС – динамических ИЭС и МАС, находящихся в фокусе внимания данной работы, наибольший интерес представляют интеграционный и инструментально-технологический аспекты.

## **2. Интеграционный аспект: особенности методов построения динамических интегрированных экспертных систем**

С позиций интеграционного аспекта чаще всего исследовались вопросы интеграции методов и средств имитационного моделирования с различными ИТ-технологиями и системами автоматизированного проектирования (САПР), и только в последние годы стал наблюдаться значительный всплеск работ, связанных с проблемами интеграции с технологиями ИИ, в частности, с инженерией знаний и

онтологическим инжинирингом, а также с методами и технологиями построения отдельных классов ДИС.

Например, в контексте инженерии знаний в [10] имитационное моделирование позиционируется как метод извлечения знаний об исследуемых процессах на этапе системного анализа (Process Mining), а в [11] описываются специальные инструментальные средства для этих целей. Вопросы применения онтологического подхода в задаче генерации событийных данных с помощью имитационных моделей обсуждаются в [12,13].

Особенности проектирования системы управления бизнес-процессами на основе онтологического подхода и имитационного моделирования ПрО рассматриваются в [14], а в [15] приводится концепция построения и применения системы поддержки принятия решений (СППР) на основе использования онтологического подхода и имитационного моделирования. Есть примеры имитационного моделирования многоагентной технологии, в частности, в компьютерной диагностической системе «Кардиовид» [16].

Рассмотрим теперь один из важных базовых принципов задачно-ориентированной методологии, связанный с разработкой методов и средств моделирования внешней среды (окружения) в динамических ПрО. В архитектурах динамических ИЭС, построенных на принципах глубокой интеграции компонентов [1,2], наибольшее внимание уделяется решению проблем многоуровневой интеграции средств традиционных экспертных систем (ЭС) (инженерии знаний) со средствами имитационного моделирования, так как в этом случае обеспечиваются концептуальное единство всех используемых подходов, моделей и методов, а также учет временного (темпорального) фактора как при построении модели ПрО и модели внешней среды, так и в процессе поиска (темпорального вывода) решений [5,8], полученных в условиях строгих временных ограничений и т.д.

Для этих целей состав компонентов динамической версии комплекса АТ-ТЕХНОЛОГИЯ был расширен за счет разработки в том числе подсистемы имитационного моделирования [1,7], использующейся для моделирования поведения реальных объектов и устройств, с которыми работает динамическая ИЭС (например, СТС/СОТС). Данная подсистема является одним из возможных источников данных как в целом для динамических ИЭС, так и, в частности, для темпорального решателя.

Процессы интеграции в задачно-ориентированной методологии рассматриваются с точки зрения трех уровней интеграции (верхний, средний и нижний уровни интеграции) [1,2]. Интеграция базовых компонентов ИЭС (темпоральный решатель, АТ-РЕШАТЕЛЬ, база знаний (БЗ) и др.) с подсистемой имитационного моделирования на верхнем уровне позволяет в общем случае построить обобщенную модель архитектуры проектируемой динамической ИЭС, отражающую ее типологию. Интеграция вышеперечисленных компонентов на среднем уровне конкретизирует распределение функций при организации взаимодействия компонентов в двух режимах: в режиме прототипирования прикладных динамических ИЭС (включая отладку серии прототипов ИЭС) и в режиме функционирования финального прототипа динамической ИЭС.

Интеграция на нижнем уровне обеспечивается технологическими возможностями инструментария типа Workbench, созданного для автоматизированной поддержки задачно-ориентированной методологии (комплекс АТ-ТЕХНОЛОГИЯ), на базовой функциональной платформе которого создано несколько поколений инструментальных средств автоматизации процессов проектирования программного обеспечения прикладных ИЭС на всех этапах построения и сопровождения ИЭС. Описание задачно-ориентированной методологии и комплекса АТ-ТЕХНОЛОГИЯ приводится в монографиях [1,2].

Важно отметить, что для программного моделирования динамики внешней среды и построения ее имитационной модели (ИМ) развиваются базовые принципы оригинального отечественного подхода «Ресурсы-Действия-Операции» (РДО) [9], являющегося наиболее приемлемым как с точки зрения концептуальной совместимости с формализмом представления темпоральных знаний в динамических ИЭС, так и за счет разработки подсистемы имитационного моделирования, реализованной путем развития базовых принципов РДО-подхода и удовлетворяющей требованиям со стороны темпорального решателя [1,7,8].

Глубинная интеграция всех компонентов ядра динамической ИЭС обеспечивает возможность передачи данных от ИМ в рабочую память при совместном функционировании подсистемы имитационного моделирования с темпоральным решателем, АТ-РЕШАТЕЛЕМ и другими компонентами комплекса АТ-ТЕХНОЛОГИЯ. Общая функциональность подсистемы имитационного моделирования разделена между двумя глобальными модулями – «Разработка ИМ», обеспечивающим разработку, отладку и визуальный интерфейс ИМ, и «Расчет ИМ», предназначенным для расчета состояний ИМ в каждый такт времени функционирования динамической ИЭС.

Объединяющей концептуально-функциональной основой для этих модулей является разработка объектно-ориентированного полнофункционального языка высокого уровня РДО<sup>АТ</sup> [7] для описания ИМ на основе развития элементов РДО-метода и с учетом требований к реализации темпорального вывода в динамических ИЭС и создания соответствующего транслятора в составе модуля «Расчет ИМ».

Технология построения ИМ разрабатывалась и экспериментально исследовалась [22] как в автономном режиме построения ИМ, так и в режиме совместного функционирования подсистемы имитационного моделирования и темпорального решателя с помощью средств поддержки совместного функционирования, обеспечивающих синхронизацию процессов взаимодействия подсистемы имитационного моделирования и средств вывода (темпоральный решатель). По сути, технология построения ИМ определяет содержание и последовательность этапов имитационного эксперимента, выполняемого в рамках итеративного процесса построения ИМ, когда при возникновении ошибок или неудовлетворительных результатов работы (прогона) ИМ можно осуществить перестройку ИМ.

Дальнейшие этапы развития интеграционных возможностей задачно-ориентированной методологии и инструментальных средств ее поддержки связаны не только с представлением и обработкой темпоральных знаний при реализации логики принятия решений, но и с их получением для автоматизированного построения темпоральных БЗ в динамических ИЭС [6], ориентируясь на

полученные в последние годы результаты исследований по разработке темпоральной версии комбинированного метода приобретения знаний (КМПЗ) [1,2,6,17] и средств его реализации как неотъемлемой части методологии.

Здесь уровень интеграции будет самым высоким в современной практике инженерии знаний и технологии разработки программного обеспечения ДИС за счет использования в КМПЗ семантически разнородных источников знаний (сырые экспертные знания [18], ЕЯ-тексты, темпоральные БД).

### **3. Инструментально-технологический аспект: проектирование многоагентных систем**

Анализ исследований и разработок в области методов программной реализации МАС [16,23] и накопленный опыт прототипирования МАС [4,19,20,21] для нескольких ПрО показал другие возможности использования имитационного моделирования, связанные с системным анализом ПрО как предварительным этапом жизненного цикла проектирования архитектуры МАС, состава и структуры базовых компонентов (агентов различной типологии) и способов их взаимодействия.

С позиций инструментально-технологического аспекта наибольший эффект на данном этапе приносит использование адекватно выбранной и/или разработанной технологии организации имитационных экспериментов при создании ИМ агентов, включенных в архитектуру МАС, и построении поведенческих моделей взаимодействия агентов различных типов в конкретной ПрО. Кроме того, имитационные эксперименты могут проводиться и на этапах интеграционного тестирования, комплексной отладки и анализа результатов прототипирования МАС или ее отдельных компонентов.

В лаборатории «Интеллектуальные системы и технологии» кафедры «Кибернетика» НИЯУ МИФИ для программного моделирования отдельных компонентов прототипных версий МАС, связанных с решением типовых задач (диагностика, проектирование, планирование, управление, обучение), предусмотренных задачно-ориентированной методологией [1,2], создана и постоянно развивается система имитационного моделирования взаимодействия интеллектуальных агентов (ИМВИА), которая поддерживает обобщенную модель взаимодействия, предложенную в [19,20].

Система ИМВИА [20] является проблемно-ориентированной инструментальной средой поддержки разработки МАС, предназначенных для различных динамических ПрО, и последующей оценки решений, включая модели, алгоритмы и схемы декомпозиции задач. Существенно, что ИМВИА позволяет моделировать не только все компоненты обобщенной модели взаимодействия (глобальная, тематическая, локальная структуры взаимодействия и язык взаимодействия – диалект языка KQML) [19,20], но и другие базовые компоненты архитектуры МАС, такие как ПрО, архитектура агентов, транспортный уровень взаимодействия агентов и др. Дальнейшее развитие ИМВИА предполагает разработку некоторых механизмов управления конфликтами и координации действий агентов.

В среде ИМВИА как основы специального имитационно-моделирующего стенда созданы средства, позволяющие конструировать различные сценарии имитационного эксперимента в зависимости от специфики конкретных прикладных

задач и целей, которые ставятся при моделировании той или иной ПрО в контексте МАС. Разработан удобный язык описания сценариев имитационного эксперимента, имеющий графическую форму представления и реализованный на базе средств ИМВИА.

## **Заключение**

Имитационное моделирование, развивавшееся длительный период как автономная область научного знания, сегодня активно востребовано в ИИ и успешно интегрируется с перспективными технологиями инженерии знаний и онтологического инжиниринга, позволяя исследовать поведение реальных объектов типа дискретных СТС/СОТС и механизмы принятия решений в ДИС. Кроме того, прогнозировать будущее поведение интеллектуальных систем типа МАС путем проведения имитационных экспериментов на самых трудоемких этапах системного анализа ПрО и проектирования архитектуры МАС и базовых компонентов.

## **ЛИТЕРАТУРА:**

1. Рыбина Г. В. Интеллектуальные системы: от А до Я. Серия монографий в трех книгах. Книга 2. Интеллектуальные диалоговые системы. Динамические интеллектуальные системы. - М.: Научтехлитиздат, 2015. -164 с.
2. Рыбина Г. В. Теория и технология построения интегрированных экспертных систем. — М: Научтехлитиздат. 2008. — 482 с.
3. Городецкий В.И. Базовые тренды децентрализованного искусственного интеллекта // 20-я Национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2022 (Москва, 21-23.12.2022). Труды конференции. В 2-х томах. Т.2-М.: Издательство МЭИ, 2022. С.275-291.
4. Рыбина Г.В., Степаньков В.Ю. Исследование подходов к проектированию архитектуры многоагентной системы в рамках моделей Индустрии 4.0 для цифровизации управления городским парковочным пространством // Приборы и системы. Управление, Контроль, Диагностика. 2023. №6. С.24-33.
5. Рыбина Г. В. Современные архитектуры динамических интеллектуальных систем: проблемы интеграции и основные тенденции // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2017. № 2. С. 1-12.
6. Рыбина Г.В. Динамические интегрированные экспертные системы: технология автоматизированного получения, представления и обработки темпоральных знаний // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2018. Т. 16. № 7. С. 20-31.
7. Рыбина Г.В., Рыбин В.М., Паронджанов С.С., Со Ти Ха Аунг. Имитационное моделирование внешнего мира при построении динамических интегрированных экспертных систем // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2014. Т. 12. № 12.
8. Рыбина Г. В., Мозгачёв А. В. Реализация темпорального вывода в динамических интегрированных экспертных системах // Искусственный интеллект и принятие решений. 2014. № 1. С. 34-45.
9. Емельянов В.В., Ясиновский С.И. Введение в интеллектуальное имитационное моделирование сложных дискретных систем и процессов. Язык РДО. – М.: АНВИК, 1998.
10. Балтрашевич В. Э. Интеллектуальная система имитационного моделирования анализируемых процессов // Евразийское Научное Объединение. 2020. № 1-1(59). С. 30-34.
11. Балтрашевич, В. Э. Имитационное моделирование многоуровневых ИЭС // Евразийское Научное Объединение. 2021. № 2-2(72). С. 67-71.
12. Наместников А.М. Применение онтологического подхода в задаче генерации событийных данных с помощью имитационных моделей // Онтология проектирования. 2023. Т.13,№2(48). С.243-253.
13. Наместников А.М. Генерация событийных данных на основе онтологического подхода // Двадцать первая Национальная конференция по искусственному интеллекту с международным

- участием, КИИ-2023 (Смоленск, 16-20 октября 2023 г.). Труды конференции. В 2-х томах. Т.1. – Смоленск: Принт-Экспресс, 2023. С. 146-156.
14. Черняховская Л.Р., Никулина Н.О., Малахова А.И., Гарайшин Ш.Г., Нагимов Т.Р. Проектирование системы управления бизнес-процессами на основе онтологического анализа и имитационного моделирования предметной области // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2019. №. 3 (15). С. 18-30.
15. Пантелеев М. Г., Филяев М. П., Кузьмин Р. Н., Филиппов Д. А. Концепция построения и применения систем поддержки принятия решений на основе онтологического подхода и имитационного моделирования // Имитационное моделирование систем военного назначения, действий войск и процессов их обеспечения (ИМСВН-2022) : Труды Второй всероссийской научно-практической конференции по имитационному моделированию и его применению в военной сфере, (Санкт-Петербург, 20 октября 2022 г.) – Санкт-Петербург: 2022. С. 127-131.
16. Бодин О. Н., Баусова З. И., Безбородова О. Е., Убиенных А. Г. Имитационное моделирование многоагентной технологии в компьютерной диагностической системе "Кардиовид" // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. 2019. №. 1 (27). С. 78-86.
17. Rybina G., Slinkov A., Buyanov D. The Combined Method of Automated Knowledge Acquisition from Various Sources: The Features of Development and Experimental Research of the Temporal Version // Lecture Notes in Artificial Intelligence. Vol. 12412. 18th Russian Conference, RCAI 2020. Springer, 2020. P. 15-25.
18. Городецкий В.И. От инженерии знаний к науке о знаниях. Двадцать первая Национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием, КИИ-2023 (Смоленск, 16-20 октября 2023 г.). Труды конференции. В 2-х томах. Т.1. – Смоленск: Принт-Экспресс, 2023. С. 14-29.
19. Рыбина Г.В., Паронджанов С.С. Моделирование процессов взаимодействия интеллектуальных агентов в многоагентных системах // Искусственный интеллект и принятие решений. 2008. №3. С. 22-29.
20. Рыбина Г. В., Паронджанов С. С. Система ИМВИА и ее применение для построения многоагентных систем // Программные продукты и системы. 2009. №4. С. 43-48.
21. Galina Rybina and Vladimir Stepankov. Features of the use of multiagent technology in the management of urban parking space // Proceedings of the Seventh International Scientific Conference "Intelligent Information Technologies for Industry" ITI'23. Volume 1. Lecture Notes in Networks and Systems. 776. Springer Nature Switzerland AG 2023. pp. 365-374.
22. Рыбина Г.В., Слиньков А.А., Белов Д.Д. Интеллектуальная технология построения динамических интегрированных экспертных систем: особенности построения имитационных моделей внешней среды. КИИ-2023 // Двадцать первая Национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием, КИИ-2023 (Смоленск, 16–20 октября 2023г.). Труды конференции. В 2-х томах. Т.2. – Смоленск: Принт-Экспресс, 2023. С. 242-254.
23. Берман А. Ф., Николайчук О. А., Павлов А. И. Агентная система для моделирования мультидисциплинарных задач // Гибридные и синергетические интеллектуальные системы: Материалы III Всероссийской Поспеловской конференции с международным участием, Светлогорск, 06–11 июня 2016 года / Под редакцией А. В. Колесникова. – Светлогорск: Балтийского федерального университета им. Иммануила Канта, 2016. – С. 309-316.

**УДК 004**

**Саниев А.З.**

*Канд. экон. наук., доцент, доцент  
кафедры информационной безопасности и прикладной информатики  
ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»  
г. Майкоп*

## **ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ НА ОСНОВЕ ПОВЕДЕНИЯ НА МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВАХ**

Надежная и ненавязчивая идентификация пользователя и аутентификация на мобильных устройствах, таких как смартфоны, являются актуальными задачами на сегодняшний день. Большинство современных решений в этой области основаны на сценарии

«разблокировки устройства» — проверке информации (факторов аутентификации), предоставленной пользователем для разблокировки смартфона. В качестве таких факторов мы можем использовать либо один надежный фактор аутентификации, например, пароль или PIN-код, либо несколько более слабых факторов, таких как токены, биометрические данные или данные геолокации. Однако эти решения требуют дополнительных действий от пользователя, например, ввода пароля или снятия отпечатка пальца, что может оказаться неподходящим для аутентификации "на лету". Кроме того, системы аутентификации пользователей на основе биометрии, как правило, подвержены атакам на использование подделки и обычно хорошо работают только в фиксированных положениях, таких как неподвижное положение стоя или сидя.

Предлагается решение, которое представляет собой беспарольный (прозрачный) пользовательско-адаптивный контекстно-зависимый метод аутентификации. Особенностью является использование нового сценария «блокировки устройства» — смартфон остается разблокированным и может быть быстро заблокирован, если обнаружены действия не владельца. Это достигается путем отслеживания поведения пользователя с помощью встроенных датчиков после запуска событий, таких как действия в банковских приложениях, электронной почте и социальных службах. Усовершенствованная адаптивная рекуррентная нейронная сеть (A-RNN) используется для точной оценки и адаптации поведенческих паттернов к новому контексту использования. Таким образом, предлагаемое решение обеспечивает надежную аутентификацию пользователя в различных контекстах использования за счет сохранения низкого потребления батареи.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** идентификация, аутентификация, мобильные устройства, анализ поведения, нейронные сети

Мобильные устройства становятся все более распространенными в бизнес-процессах, включая корпоративные системы, электронную почту, социальные сети и банковское дело. В результате на устройстве сохраняется множество конфиденциальной информации, такой как учетные данные пользователя, платежи, данные геолокации и история использования устройства. Важной частью этой защиты информации является использование эффективной системы контроля доступа (ACS), а именно для идентификации и аутентификации пользователя.

Современная система контроля доступа основана на проверке того, что пользователь знает (пароль или кодовую фразу), обладает (токен) или является (биометрические данные и поведенческие шаблоны). Первый и второй факторы обеспечивают надежную аутентификацию за счет удобства использования, а именно необходимости ввода пароля или ношения дополнительного оборудования (токена) со смартфоном. С другой стороны, решения для аутентификации на основе биометрии позволяют повысить удобство использования за счет сохранения низкой частоты ошибок. Тем не менее, эти решения уязвимы для атаки, а именно для подмены биометрических данных злоумышленниками.

Перспективный подход обеспечивается современными технологиями аутентификации на основе поведения. Как правило, они основаны на сборе биометрических данных и извлечении специфичных для пользователя поведенческих шаблонов, необходимых для анализа нескольких модальностей во время взаимодействия пользователя с мобильными устройствами. Однако производительность этих систем существенно зависит от контекста, а именно активности пользователя (неподвижность, ходьба, бег) и используемого приложения. Таким образом, необходимы защищенные от подделки прозрачные и удобные методы аутентификации пользователя.

Предлагается метод для прозрачной аутентификации пользователя на основе контекстно-зависимого поведения на мобильных устройствах. Он основан на отслеживании и обновлении шаблонов поведения пользователя для различных контекстов с использованием встроенных датчиков устройства. Кроме того, предлагаемый метод позволяет быстро адаптировать поведенческие шаблоны для работы с новыми (ранее невидимыми) контекстами использования. Метод можно протестировать с использованием режима динамики нажатия клавиш в трех случаях: ввод фиксированного текста в фиксированном контексте, ввод произвольного текста в фиксированном контексте и ввод произвольного текста в изменяющемся контексте. Быстрое обнаружение использования мобильного устройства не владельцем (в пределах 0.5–1.00.5–1.0 (для Samsung Galaxy S21 смартфон) с низким уровнем ошибок делает предлагаемый метод привлекательным кандидатом для прозрачной аутентификации пользователя на смартфонах следующего поколения.

Современные ACS предоставляют широкий спектр вариантов аутентификации, выявляя при этом ряд рисков для пользователей и поставщиков инфраструктуры. Наиболее важными рисками являются кража личных данных и подслушивание, фишинг, неадекватное использование ресурсов устройства, смешивание личных и корпоративных данных, уязвимость биометрических учетных записей к подмене и изменение контекста использования.

Современные решения для многофакторной аутентификации и контроля доступа, такие как RSA SecurID, NuData Security, Touch ID и Face ID и SecureAuth, решают эти проблемы. Схема используемых факторов аутентификации для этих решений представлена на рис. 1.

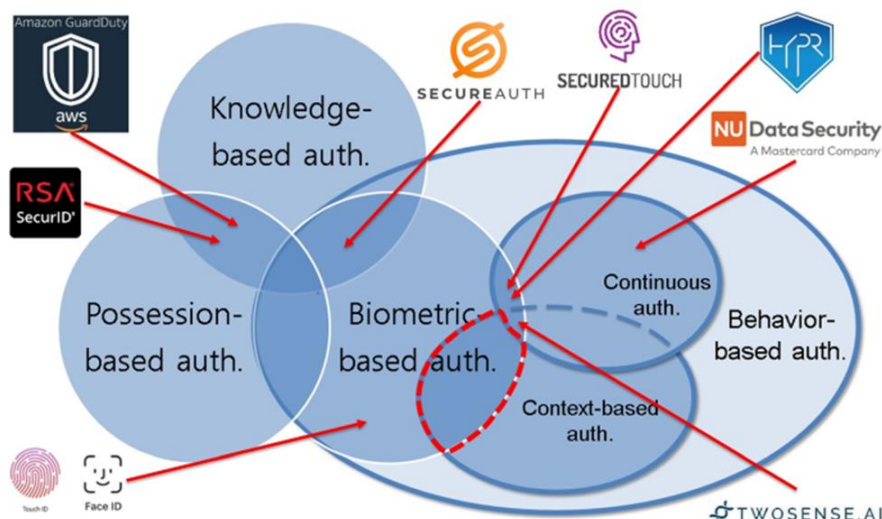


Рис.1 - Спектр решений для аутентификации для мобильных устройств

Несмотря на высокое удобство использования, область аутентификации на основе контекстно-зависимого поведения (отмечена красной пунктирной линией) пока не привлекает особого внимания. RSA SecurID и Amazon GuardDuty представляют собой комплексные решения, которые основаны на факторах аутентификации, основанных на знаниях и владении (рис. 1). Система SecureAuth включает в себя факторы, основанные на биометрии, для повышения устойчивости ACS к утечке паролей. Полностью биометрическими решениями ACS для мобильных устройств являются TouchID и FaceID компании Apple Inc. К



сожалению, эти решения уязвимы для атак с подменой, что ограничивает их использование для обработки конфиденциальной информации. Кроме того, решения TouchID и FaceID требуют дополнительных действий от пользователей, таких как проверка отпечатков пальцев при запуске банковского приложения, что может негативно повлиять на пользовательский опыт.

В последние годы для смартфонов было предложено множество систем аутентификации на основе поведения, таких как MasterCard NuData, TwoSense.AI, BioSig-ID, OneSpan и Zighra. Эти решения можно сравнить по типам используемых поведенческих функций, возможностям отслеживания и обновления поведенческого профиля пользователя и задействованных датчиков устройства (таблица 1).

Таблица 1. Современные коммерческие решения в области аутентификации пользователя на основе поведения на мобильных устройствах

Решение	MasterCard NuData	TwoSense.AI	BioSig-ID	OneSpan	Зигра
Метод аутентификации	Основанная на поведении	Непрерывный и многофакторный	Многофакторный	Многофакторный	Непрерывный и многофакторный
Используемые датчики	Датчик движения, сенсорный экран, GPS, беспроводные адаптеры	Датчик движения, сенсорный экран, фронтальная камера, GPS	Сенсорный экран	Датчик движения, сенсорный экран, фронтальная камера	Датчик движения, сенсорный экран
Решение на устройстве	НЕТ	НЕТ	НЕТ	ДА	ДА
Обновление поведенческого профиля	НЕТ	НЕТ	НЕТ	НЕТ	НЕТ
Используемые методы	Использование приложений, геолокация, динамика нажатия клавиш, наклоны устройства, беспроводные соединения	Сенсорный экран, использование приложений, динамика нажатия клавиш, геолокация, походка	PIN-код или пароль, жесты на сенсорном экране	Использование приложений, динамика нажатий клавиш, беспроводные соединения	Использование приложений, динамика нажатий клавиш, беспроводные соединения
Прозрачная аутентификация	ДА	ДА	НЕТ	ДА	ДА

Решение	MasterCard NuData	TwoSense. AI	BioSig-ID	OneSpan	Зигра
ция (без пароля)					
Контекстно-адаптивный	НЕТ	НЕТ	НЕТ	ДА	НЕТ

Универсальные решения ACS, такие как MasterCard NuData, TwoSense. Искусственный интеллект и OpenSpan используют функции, основанные на местоположении, для противодействия атаке-подделке, основанной на клонировании пользовательского устройства (таблица 1). Тем не менее, анализ местоположения пользователя может вызвать опасения по поводу конфиденциальности. Кроме того, эти решения требуют подключения к внешним базам данных с профилями пользователей, которые могут быть неподходящими для автономных вариантов использования.

Современные решения для непрерывной многофакторной аутентификации пользователей, такие как OneSpan и Zighra (таблица 1), основаны на обнаружении необычных шаблонов использования. Однако эти решения предоставляют ограниченные возможности для отслеживания изменений поведенческого профиля, вызванных изменением привычек пользователя. Таким образом, пользователям может потребоваться регулярное обновление их профилей, что может быть неудобно.

Перспективным способом повышения точности системы ACS является анализ контекстной информации, а именно использования приложений и физической активности пользователя (рис. 1). Злоумышленнику сложнее манипулировать данными, полученными из контекстно-зависимых источников, что снижает эффективность атаки с подменой. Примерами контекстно-зависимых решений ACS являются SecuredTouch (приобретенный Ping Identity), Samsung HYPR, NuData Security и TwoSense.AI (рис. 1). Эти системы постоянно отслеживают как функции, связанные с поведением, так и контекстную информацию, такую как местоположение пользователя во время использования банковских приложений. Несмотря на высокую точность аутентификации и устойчивость к подделке, эти решения могут быть неподходящими для частных пользователей из-за опасений нарушения конфиденциальности и высокого потребления вычислительных ресурсов и батареи.

Поэтому необходимо прозрачное решение для аутентификации пользователя на устройстве, обеспечивающее конфиденциальность, путем разработки адаптируемого к пользователю мультимодального метода аутентификации на основе контекстно-зависимого поведения.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. М. Пападопули, А. Арнес, Дж.А. Бомбин, Э. Боски, С. Бухеггер, Р.Б. Кортинас и др., Управление мобильной идентификацией. Отчет IDM. Евро. Netw. Inf. Обеспечьте безопасность. Агентство. (2010). <https://www.enisa.europa.eu/publications/Mobile20IDM>. Дата обращения 04 октября 2023 года
2. М.А. Ферраг, Л. Магларас, А. Дерхаб, Х. Янике, Схемы аутентификации для интеллектуальных мобильных устройств: модели угроз, контрмеры и открытые вопросы исследований. Дистанционное общение. Система. 73, 317-348 (2020). Дата обращения 04 октября 2023 года
3. Google. Улучшения экрана блокировки и аутентификации в Android 11. (2020). <https://android-developers.googleblog.com/2020/09/blocking-screen-and-authentication.html>. Дата обращения 04 октября 2023 года
4. К. Ву, К. Хе, Дж. Чен, З. Чжао, Р. Ду, живучести недостаточно: усиление аутентификации по отпечаткам пальцев с помощью поведенческой биометрии для защиты от кукольных атак. на 29-м

- симпозиуме по безопасности USENIX (USENIX Security 20) (2020), стр. 2219-2236. <https://www.usenix.org/conference/usenix-security-20/presentation/wu>. Дата обращения 13 октября 2023 года
5. К. Берт, DISA, США разрабатывает прототип мультибиометрического смартфона для “гарантированной идентификации”. (2019). <https://www.biometricupdate.com/201908/u-s-disa-разработка-прототипа-мульти-биометрического-смартфона-для-обеспечения-идентификации>. Дата обращения 13 октября 2023 года
6. М. Эхатишам-уль-Хак, М.А. Азам, Дж. Лу, К. Шуанг, С. Ислам, У. Наим и др., Аутентификация пользователей смартфонов на основе распознавания активности и мобильного зондирования. Датчики. 17(9), (2017). <https://www.mdpi.com/1424-8220/17/9/2043>. Дата обращения 13 октября 2023 года

УДК 658.5

*Саркисова И.О., Лаверычев М.А.*

*1.К.т.н., доцент кафедры ИС, МГТУ «Станкин», Москва*

*2.Преподаватель кафедры ИС, МГТУ «Станкин», Москва*

## **ВОПРОСЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РОЛЕЙ В МОДЕЛИ ЦИФРОВОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА**

В статье рассматриваются вопросы data-driven управления бизнесом и развития цифровых платформ. Предлагается создание цифровой платформы для промышленного производства как обезличенного агрегатора для решения различных задач, в том числе задач определения параметров требуемого продукта при промышленном производстве. Рассматриваются вопросы распределения ролей и их базовых функций в модели цифровой промышленной платформы.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** цифровая экономика, цифровая экосистема, цифровая платформа, обезличенный агрегатор производственных услуг, операционная модель.

В условиях новой цифровой экономики, ориентированной на data-driven подход к управлению, т.е. управлению, основанному на анализе данных и интенсивном информационном обмене, бизнес должен разрабатывать и использовать специализированные решения, обеспечивающие конкурентные преимущества. Бизнес не существует сам по себе, он является частью системы разделения «труда» и в процессе взаимодействия с контрагентами должен совмещать свои и чужие цели, что при разнообразии партнерских отношений довольно сложно. Особенно остро эта проблема встает тогда, когда есть потребность не только выбирать поставщиков по критериям «цена – качество – сроки», но и определять параметры требуемого продукта, например при промышленном производстве.

«Цифровая платформа» – это бизнес-модель, позволяющая потребителям и поставщикам связываться онлайн для обмена продуктами, услугами и информацией, включая предоставление продуктов, услуг, информации собственного производства [1].

Развитие цифровых платформ и цифровых экосистем – это современный тренд. Клиенты выбирают платформы, дающие свободу выбора и исключительное качество благодаря сильной конкуренции. Классические бизнес-модели проигрывают по удобству, предоставляемому ассортименту и цене.

Одним из вариантов таких платформ являются маркетплейсы (market intermediary), позволяющие снижать затраты на поиск и/или транзакционные затраты и представляющие собой по сути системы-агрегаторы.

Слово агрегатор переводится как «собиратель» или «объединитель». Агрегатор или маркетплейс – система, которая агрегирует и классифицирует информацию и предложения разных компаний на одном ресурсе. Бывают агрегаторы товаров (Яндекс.Маркет и др.) и агрегаторы услуг (Youdo и др.).

Полезная миссия агрегаторов в том, что клиент получает большой выбор предложений в одном окне, быстро находит поставщика услуг или покупает товар по лучшей цене, сравнивая отзывы, скидки, преимущества оперативно и точно [2].

Агрегаторы могут разделяться по роду деятельности (продажа товаров или услуг) и предметной области (услуги такси, услуги по ремонту дома, услуги по выгулу собак и т.п.).

Также агрегаторы отличаются между собой в:

- способности контролировать отношения спроса и предложения;
- дифференциации предложения;
- фрагментации спроса и предложения.

По месту предложения можно выделить три типа агрегаторов:

- обезличенные;
- фрагментированные;
- дифференцированные.

Обезличенные агрегаторы характеризуются тем, что потребителю все равно, кто предоставляет услугу – ему главное ее получить. Требования потребителей практически не отличаются, а предложение не дифференцировано. Поэтому всю власть продавцы отдают агрегатору – он создает для них бизнес. Агрегаторы полностью контролируют отношения спроса и предложения: от запроса продукта до завершения сделки.

К обезличенным агрегаторам относятся такси. Потребитель не отслеживает, к какому таксопарку принадлежит такси, он практически не влияет на выбор водителя. Таксопарки не выбирают пассажиров или имеют ограниченную возможность их выбирать. Агрегатор – «Яндекс.Такси» или «Ситимобил» – контролирует весь путь клиента: от заказа такси до завершения поездки [3].

Говоря о цифровой платформе для промышленного производства, стоит отметить, что идея не является новой и существуют примеры ее реализации, в т.ч. в России. Среди крупных проектов можно отметить проект «Станкофонд. Сделаем в России» и «Cometal».

Эти, и не только, системы уже существуют и успешно работают. Однако по своему типу являются фрагментированными или дифференцированными. Таким образом, агрегатор не принимает участия в оптимизации и балансировке производственной нагрузки, а также в создании дополнительных преимуществ для клиента в виде автоматически выбранного оптимального варианта или, в большинстве случаев, защите интересов сторон сделки. Так, при взаимодействии с платформой I5 Solution Пользователь заключает договор с конкретным производителем, а не с платформой. Платформа выполняет функцию формирования единообразной заявки по шаблону и является только лишь «местом встречи» для производителя и потребителя [4]. Это позволяет говорить о необходимости создания обезличенного агрегатора, который сможет помогать участникам рынка в решении их бизнес задач.

Ключевая идея обезличенного агрегатора производственных услуг – помочь производственным предприятиям повысить загрузку своих мощностей, а заказчикам получить инструмент, позволяющий быстро найти подрядчика для реализации своих задач.

В рамках разрабатываемой системы можно выделить две роли – заказчик и подрядчик, а также сервис технологической подготовки заказов, являющийся частью самой системы, выступающей точкой соприкосновения интересов двух сторон (рис. 1) [5].



Рис. 1 – Use-case диаграмма для разрабатываемой системы

На вход в систему подается поток заявок от заказчика и поток информации от подрядчиков с информацией о возможностях подрядчика (типы оборудования, точность, доступность материалов, информация о загрузке оборудования) (рис. 2).

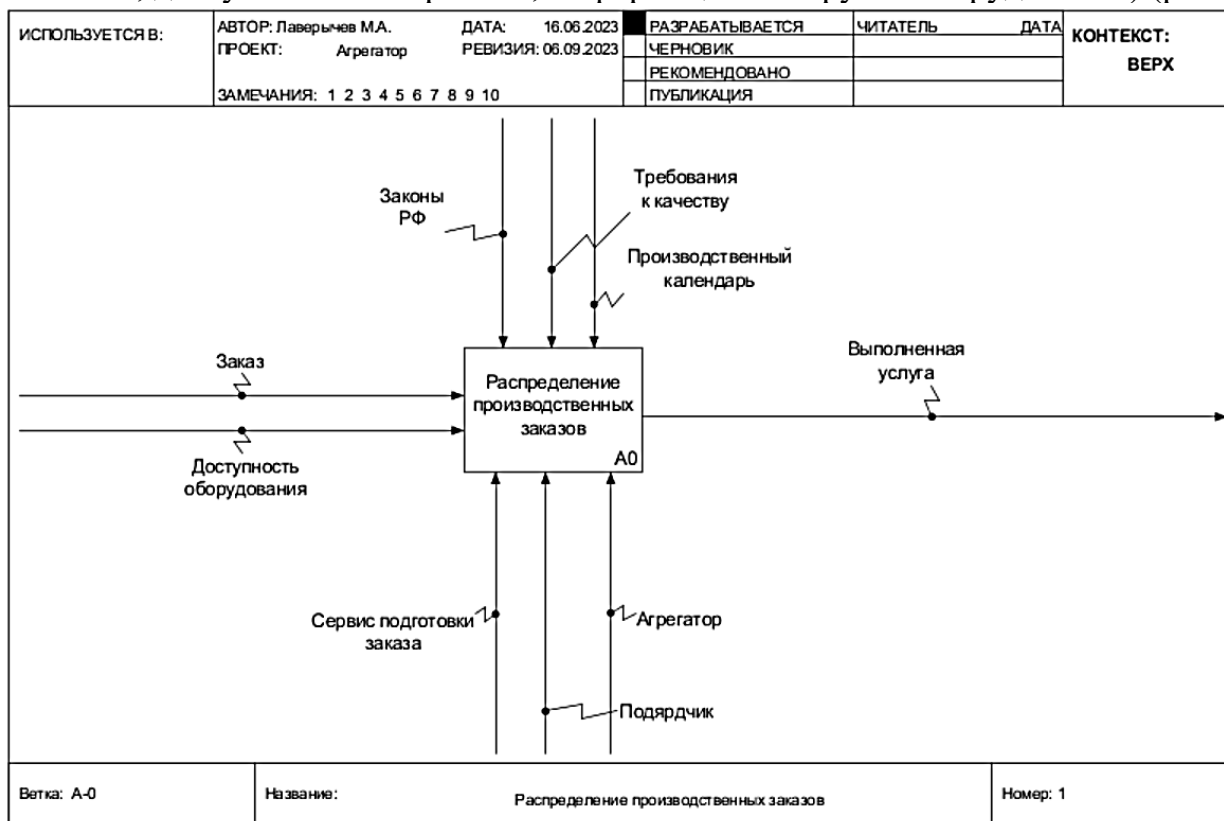


Рис. 2 – Распределение производственных заказов, уровень А-0

Информация о возможностях подрядчика должна в автоматическом режиме передаваться от MES-системы подрядчика к планировщику задач агрегатора. Заявки клиента должны пройти этапы технологической подготовки и формализации специалистом или экспертной системой, являющимися сервисами со стороны агрегатора, с целью выявления ошибок, а также оценки сложности заказа и его специфики.

Главные этапы работы агрегатора отражены на рисунке 3.

После проведения проверки каждая заявка клиента (или ее часть, если речь о нескольких технологических операциях) получает классификацию необходимых технологических операций и, если это необходимо, очередность технологических процессов (блок А1).

По результатам классификации технологических операций происходит формирование доступных вариантов производства. Принимается в учет тип оборудования, его доступность (блок А2).

Блок А3 содержит в себе механизмы назначения исполнителя заказов. В данном блоке могут быть выбраны различные сценарии, в зависимости от целевых значений функционирования агрегатора. Например, если стоимость операции определяется агрегатором, то при выборе исполнителя может учитываться удаленность от заказчика или срок ожидания очереди на производства. При условиях конкурентной цены могут выбираться наиболее дешевые или, наоборот, наиболее маржинальные варианты. Результатом выполнения блока А3 является выбор исполнителя и наложение ограничений на выполнение заказа.

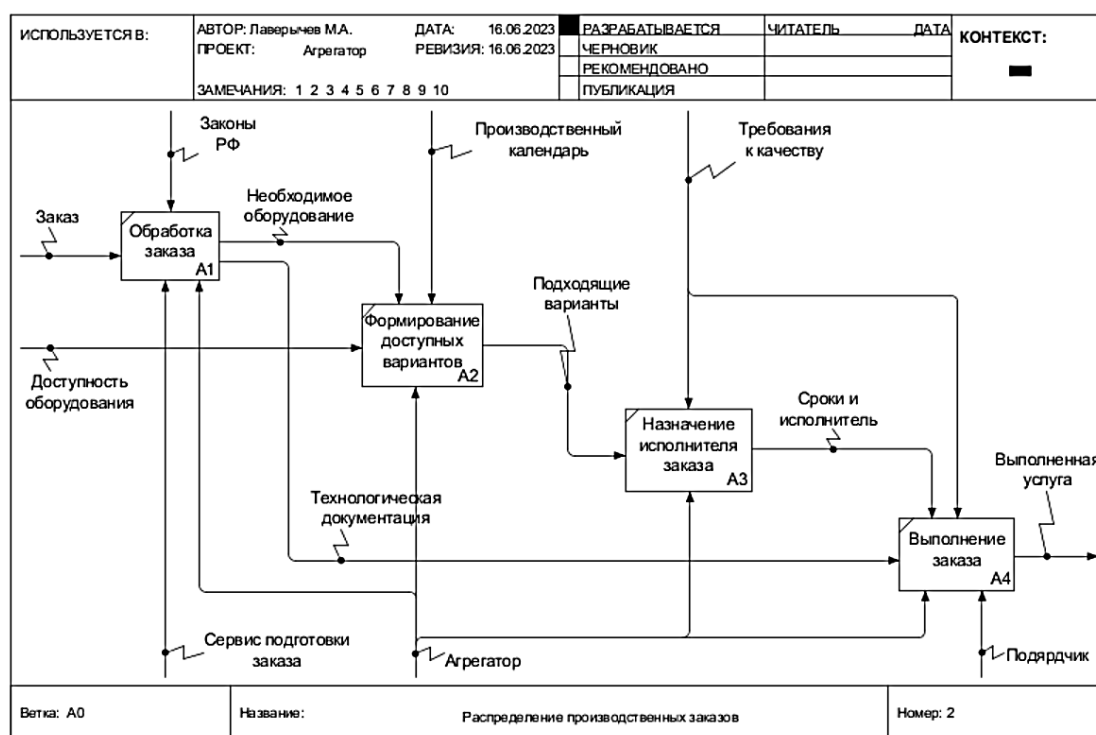


Рис. 3 – Распределение производственных заказов, уровень А0

Выполнение заказа происходит на стороне подрядчика, однако данные о ходе выполнения должны передаваться агрегатору для отслеживания хода выполнения. По результату выполнения, готовое изделие передается заказчику, а агрегатор получает информацию о завершение заказа.

В данной модели не учитывается финансовый аспект взаимодействия между участниками для упрощения. Однако оптимальным вариантом будет участие агрегатора в качестве гаранта «безопасной сделки», т.е. стороны удерживающей средства заказчика до момента завершения выполнения работ.

Описание действия (элемента операции) формализовано можно представить состоящим из трех компонентов:

$$A \rightarrow E \rightarrow C,$$

где А и С – входной и выходной факторы; Е – рассматриваемый агрегатор. Результат С действия Е является событием, т.е. тем, что произошло.

Описание последовательности действий и событий, происходящих в процессе реализации цели системы, представляет собой модель осуществления операции, которую будем называть логической моделью операции, или короче – операционной моделью.

Выделение ключевых сторон с определением круга задач и возможностей для каждой из сторон процесса в рамках цифровой платформы для промышленного производства формирует базу для дальнейшего проектирования платформы, позволяющей квалифицированно управлять распределением заказов и организовывать взаимодействие заинтересованных сторон.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Сайт «Министерство экономического развития Российской Федерации»: Статья «Концепция государственного регулирования цифровых платформ и экосистем» [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://www.economy.gov.ru/material/departments/d31/koncepciya\\_gos\\_regulirovaniya\\_cifrovyyh\\_platform\\_i\\_ekosistem/](https://www.economy.gov.ru/material/departments/d31/koncepciya_gos_regulirovaniya_cifrovyyh_platform_i_ekosistem/), свободный. Дата обращения: 06.09.2023 г.
2. Сайт «Calltouch blog»: Статья «Что такое сайт-агрегатор, как его создать и продвинуть» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.calltouch.ru/blog/chto-takoe-sajt-agregator-opredelenie-sozdanie-i-prodvizhenie-spisok-sajtov-agregatorov-tovarov-i-uslug/>, свободный. Дата обращения: 06.09.2023 г.
3. Сайт «QuokkaMedia»: Статья «Три типа агрегаторов и что станет с B2C-услугами в будущем» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://quokka.media/zapiski-marketologa/tri-tipa-agregatorov-i-ih-budushchee/>, свободный. Дата обращения: 06.09.2023 г.
4. Саркисова И.О. Лаверычев М.А. Использование платформенного подхода к производству в рамках цифровых экосистем // Инжиниринг предприятий и управление знаниями (ИП&УЗ-2022) : сборник научных трудов XXV Российской научной конференции. 6–7 декабря 2022 г. / под науч. ред. Ю. Ф. Тельнова. – Москва : ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г. В. Плеханова», 2022. – С. 261-266
5. Сайт «Моделирование на UML»: Статья «Диаграммы использования» [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://book.uml3.ru/sec\\_2\\_2](http://book.uml3.ru/sec_2_2), свободный. Дата обращения: 06.09.2023 г.

УДК 004.054

*Свиридова Е.С.  
Аспирант Базовой кафедры ЦЭ ИРИО  
РЭУ им. Г.В. Плеханова, г. Москва*

## ВОЗМОЖНОСТИ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ ОБЛАЧНОГО СЕРВИСА В СОСТАВЕ СИСТЕМЫ ХРАНЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ДАНЫХ

В статье рассмотрен вопрос импортозамещения облачного сервиса в составе системы хранения и обработки данных. Для достижения данной цели были рассмотрены следующие

российские ИТ-решения: **Nextcloud**, MFlash, P7-Офис, Secret Cloud Enterprise и Naumen LegalTech. Описаны функциональные возможности каждого из решения. Проанализированы недостатки. Проведено функциональное и нагрузочное тестирования, для определения наиболее квалифицированного решения. Подведены итоги и сделаны выводы.

**KEYWORDS:** импортозамещение, облачный сервис, Nextcloud.

Для большинства организаций, активно использовавших импортное оборудование и программное обеспечение, стал вопрос миграции на отечественные аналоги. В государственном секторе курс на импортозамещение был взят еще в 2015 году, однако в связи с уходом западных производителей, которые массово приостановили свои работы, вопрос миграции стал еще более приоритетным. Однако переход на отечественные решения не столь простая задача. Хоть российский рынок и получил качественный скачок в своем развитии, для организации важно не прерывать текущие бизнес-процессы. Поэтому важным остается вопрос отказоустойчивости решения, его информационной безопасности, масштабируемости и возможностью встраивания в существующую ИТ-архитектуру.

Переход на отечественную ИТ-инфраструктуру требует настройки корректного взаимодействия обновленных информационных систем с теми решениями, которые уже есть у заказчиков. Это довольно сложная задача, реализация которой требует комплексного подхода и планирования. Использование иностранного оборудования может быть затруднено без соответствующей гарантийной технической поддержки производителя. Предприятиям нужно определиться с дальнейшим сервисным партнером для обслуживания ИТ-инфраструктуры.

Целью данного исследования является выбор защищенного файлового ресурса, который обеспечивает хранение и обмен файлами между пользователями, сервисами и серверами в составе системы хранения и обработки данных, а также для реализации защищенного файлового хранилища [1].

Рассмотрим имеющиеся решения на российском рынке. Среди них **Nextcloud**, MFlash, P7-Офис, Secret Cloud Enterprise и Naumen LegalTech.

«**Система MFlash**», представляет собой корпоративный сервис для защищенного обмена данными. Основная задача — это достижение равновесия при совместной работе над файлами и их обмене с требованиями ИТ-безопасности и контроля. В отличие от большинства облачных сервисов, MFlash предлагает гораздо больше административных возможностей для повышения уровня безопасности и контроля над информацией и защиты данных конечных пользователей [2].

«**Secret Cloud Enterprise**» является средством безопасного хранения и обмена файлами и предназначено для использования в качестве многофункционального решения для реализации процесса защищенного хранения и обмена файлами в корпоративных и ведомственных сетях, в том числе в системах обработки данных и государственных информационных системах органов государственной власти Российской Федерации. Программное изделие SCE включено в Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных Минкомсвязи России [3].



**Р7-Офис.** Сервер документов создан в России и полностью отвечает требованиям Правительства РФ к офисному ПО, включая Постановления №1236 от 16.11.2015 и №325 от 23.03.2017. Сервер документов — это офисный пакет для работы онлайн, который включает в себя инструменты просмотра и редакторы текстовых документов, электронных таблиц и презентаций, полностью совместимые с форматами Office Open -ML: .doc-, .-ls-, .ppt- и позволяющие совместно редактировать документы в режиме реального времени [4].

**Nextcloud** — платформа для организации облачного хранилища и увеличения продуктивности. **Nextcloud** представляет собой облачной хранилище, где пользователи может управлять загруженным контентом, добавлять других пользователей и управлять их доступом к файлам, общаться с ними по средствам видеочата и другое.

Рабочее пространство в **Nextcloud** позволяет создавать директории отдельных проектов, где можно разместить рабочие файлы, заметки и задачи. Сервис также предлагает совместно редактировать документы Microsoft Office, обрабатывать электронные письма, просматривать намеченные встречи и использовать календарь для установки целей и задач.

**Nextcloud** является модульной системой, благодаря чему изначальные возможности можно расширить при помощи плагинов. Разработчики плагинов могут делиться собственными расширениями с другими пользователями загрузив их на платформу и создав ссылку. Каталог приложений содержит более 250 расширений [5].

**Naumen Legal Tech** сопровождает полный цикл создания и согласования различных документов: от внутренних регламентов до экспертных заключений. Программа предназначена для обеспечения единого информационного пространства, объединяющее в себе функции «умного» поиска в больших массивах информации, мониторинга законодательных инициатив, семантического анализа и управления нормативно-методическими юридическими и техническими документами [6].

Задачами данного исследования являются функциональное и нагрузочное тестирование для Решений:

- **Nextcloud;**
- MFlash;
- Р7-Офис;
- Secret Cloud Enterprise.

Naumen LegalTech после анализа не прошел в дальнейшее тестирование, так как были выявлены критичные недостатки, не позволяющие использовать его в качестве решения для задач защищенного файлового хранилища.

Например, отсутствие механизмов разграничения прав, реализации отказоустойчивой конфигурации, квотирования ресурсов, журналирования и мониторинг.

По результатам оценки ИТ-решений на соответствие критериям, были выявлены следующие замечания:

**для решения Nextcloud не пройдены сценарии:**

- Поддержка DRM для различных категорий файлов;
- Возможность организации кеширования (организация иерархического хранения), когда "горячие" данные хранятся на более быстрых дисках.

**для решения Secret Cloud Enterprise не пройдены сценарии:**

- Аутентификации через OAuth 2.0 с продуктом KeyCloak или альтернативным решением;
- Поддержка SSO;
- Регистрация несанкционированного доступа к объектам;
- Журнал мониторинга и аудита ведется в отдельных файлах;
- Наличие функционала поиска файлов по содержимому;
- Возможность подмонтировать внешний ресурс (S3 или HDFS) к папке пользователя с поддержкой Kerberos аутентификации;
- Наличие механизмов интеграции для передачи информации (метрик) в ПО мониторинга (Prometheus/Grafana);
- Возможность организации кеширования (организация иерархического хранения), когда "горячие" данные хранятся на более быстрых дисках;
- Наличие REST API, библиотек Python и командной строки для управления объектами (создание/удаление объектов, экспорт/импорт объектов, управление инструментами администрирования, включая управление объектами и субъектами компонента безопасности).

**для решения MFlash не пройдены сценарии:**

- Наличие механизмов разграничения прав доступа к объектам;
- Наличие механизмов разграничения прав к функциям решения (интерфейсов и функциональности. Например, разрешить/запретить удаление файлов/каталогов определенному пользователю или группе);
- Возможность настройки уровня критичности;
- Возможность подмонтировать внешний ресурс (S3 или HDFS) к папке пользователя с поддержкой Kerberos аутентификации;
- Возможность организации кеширования (организация иерархического хранения), когда "горячие" данные хранятся на более быстрых дисках.

**для решения P7-Офис не пройдены сценарии:**

- Возможность настройки уровня критичности;
- Возможность настройки прав в каталоге - только запись;
- Возможность подмонтировать внешний ресурс (S3 или HDFS) к папке пользователя с поддержкой Kerberos аутентификации;
- Поддержка докачки файлов;
- Возможность управления нагрузкой (resource management, concurrency control);
- Дедупликация и компрессия данных;

– Возможность организации кеширования (организация иерархического хранения), когда "горячие" данные хранятся на более быстрых дисках.

Ниже приведена сводная таблица по итогам функционального тестирования (таблица 1).

Таблица 1. Сводная таблица по итогам функционального-тестирования

Решение	Не выполнено критериев
<b>Nextcloud</b>	2
P7-Офис	7
MFlash	5
Secret Cloud Enterprise	9

Для организации нагрузочного тестирования использовалась рекомендованная конфигурация оборудования каждого из решений.

Генерация нагрузки производится с сервера нагрузочного тестирования, Apache JMeter 5.6 создает пользовательскую нагрузку по работе объектом тестирования. Объект тестирования производит запросы с тестовым набором данных. Результаты нагрузочного тестирования и статистика фиксируются на Сервере генерации нагрузки (рисунок 1).



Рис. 4 – Логическая схема стенда тестирования

Версии системного ПО:

- Windows Server 2019;
- CentOS 7;
- Apache JMeter 5.6;

Версии объектов тестирования:

- **Nextcloud** 27.0.0;
- Secret Cloud Enterprise v2023.2 (86e3bff7);
- MFlash 8.0;
- P7-Офис 12.1.

Объем тестового набора данных:

- Файл csv 12.5 млн строк размером 520 МБ;
- Архив размером 5 ГБ.

Результаты нагрузочного тестирования зафиксированы в Таблицах 2–7.

Таблица 2. Сценарий 1 (файл 500 МБ). Загрузка файла на сервер

Выполнение запросов	Nextcloud			Secret Cloud Enterprise			MFlash			P7-Офис		
	AVG время, сек	MAX время, сек	Ошибки, %	AVG время, сек	MAX время, сек	Ошибки, %	AVG время, сек	MAX время, сек	Ошибки, %	AVG время, сек	MAX время, сек	Ошибки, %
1 пользователь	17.853	17.853	0	28.488	28.488	0	1167.930	1167.930	0	33.952	33.952	0
10 сессий за 5 мин	16.739	17.876	0	33.329	39.440	0	1214.281.6	1518.981	20	32.324	33.423	0
50 сессий за 5 мин	24.139	87.636	0	0.810	38.581	98	-	-	-	189.765	266.606	0
100 сессий за 5 мин	20.298	84.702	0	24.794	100.009	78	-	-	-	527.170	700.262	0
500 сессий за 5 мин	46.554	224.807	0	21.266	103.140	98	-	-	-	-	-	-

Таблица 3. Сценарий 1 (файл 500 МБ). Скачивание файла с сервера

Выполнение запросов	Nextcloud			Secret Cloud Enterprise			MFlash			P7-Офис		
	AVG время, сек	MAX время, сек	Ошибки, %	AVG время, сек	MAX время, сек	Ошибки, %	AVG время, сек	MAX время, сек	Ошибки, %	AVG время, сек	MAX время, сек	Ошибки, %
1 пользователь	10.170	10.170	0	1.363	1363	100	58.691	58.691	0	9.322	9.322	0
10 сессий за 5 мин	10.559	12.190	0	-	-	-	81.576	104.409	0	9.045	9.552	0
50 сессий за 5 мин	10.053	12.962	0	-	-	-	-	-	-	134.927	201.658	0
100 сессий за 5 мин	10.249	14.003	0	-	-	-	-	-	-	546.221	672.786	1
500 сессий за 5 мин	1045.012	1977.591	56	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 4. Сценарий 2 (файл 5 ГБ). Загрузка файла на сервер

Выполнение запросов	Nextcloud			Secret Cloud Enterprise			MFlash			P7-Офис		
	AVG время, сек	MAX время, сек	Ошибки, %	AVG время, сек	MAX время, сек	Ошибки, %	AVG время, сек	MAX время, сек	Ошибки, %	AVG время, сек	MAX время, сек	Ошибки, %
1 пользователь	159.204	159.204	0	-	-	-	1605.850	11694.63	0	2175.783	2175.783	0
10 сессий за 5 мин	135.211	211.673	30	-	-	-	1169.463	1605.850	70	-	-	-

Таблица 5. Сценарий 2 (файл 5 ГБ). Скачивание файла с сервера

Выполнение запросов	Nextcloud			Secret Cloud Enterprise			MFlash			P7-Офис		
	AVG время, сек	MAX время, сек	Ошибки, %	AVG время, сек	MAX время, сек	Ошибки, %	AVG время, сек	MAX время, сек	Ошибки, %	AVG время, сек	MAX время, сек	Ошибки, %
1 пользователь	130.790	130.790	0	-	-	-	-	-	-	911.805	2175.783	0
10 сессий за 5 мин	108.971	132.929	0	-	-	-	-	-	-	2060.033	2069.212	50

Таблица 6. Сценарий 3. Загрузка файлов на сервер (520 МБ и 5 ГБ)

Выполнение запросов	Nextcloud			Secret Cloud Enterprise			MFlash			P7-Офис		
	AVG время, сек	MAX время, сек	Ошибки, %	AVG время, сек	MAX время, сек	Ошибки, %	AVG время, сек	MAX время, сек	Ошибки, %	AVG время, сек	MAX время, сек	Ошибки, %
20 сессий за 5 мин	37.161	152.394	70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50 сессий за 5 мин	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 7. Сценарий 3. Скачивание файлов с сервера (520 МБ и 5 ГБ)

Выполнение запросов	Nextcloud			Secret Cloud Enterprise			MFlash			P7-Офис		
	AVG время, сек	MAX время, сек	Ошибки, %	AVG время, сек	MAX время, сек	Ошибки, %	AVG время, сек	MAX время, сек	Ошибки, %	AVG время, сек	MAX время, сек	Ошибки, %
20 сессий за 5 мин	143.605	270.448	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50 сессий за 5 мин	95.679	493.720	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Рассмотрим результаты нагрузочного тестирования для каждого из объектов исследования.

#### 1. Nextcloud:

Nextcloud показывает стабильные результаты при нагрузке с меньшим количеством сессий. Ошибок при таких условиях практически не наблюдается.

С увеличением нагрузки (особенно при 500 сессиях с файлом 500 мб) время ответа значительно возрастает.

Nextcloud – единственное решение, которое справилось со сценарием 3, однако при 20 сессиях за 5 минут был зафиксирован высокий процент ошибок при загрузке.

В процессе нагрузочного тестирования значительной нагрузки на сервера решения не было выявлено.

#### 2. Secret Cloud Enterprise:

В Secret Cloud Enterprise при увеличении числа пользователей увеличивается и процент ошибок, достигая 98% для 50 пользователей при загрузке файла на сервер. Скачивание файла размером 5 МБ проходит успешно, тогда как скачивание файла размером 500 МБ не удалось ни одному из пользователей, что говорит о серьезных ограничениях в текущей конфигурации системы.

#### 3. MFlash:

MFlash успешно справляется с меньшими нагрузками, но при увеличении числа сессий процент ошибок резко возрастает.

Особенно это заметно при загрузке файла размером 5 ГБ с 10 сессиями, где процент ошибок достигает 70%.

#### 4. P7-Офис:

P7-Офис показывает относительно высокое время ответа при нагрузке, даже при меньшем количестве сессий.

С увеличением числа сессий время ответа увеличивается, а при 10 сессиях с файлом 5 ГБ процент ошибок достигает 50%.

Промежуточные выводы:

- **Nextcloud** является наиболее стабильным и надёжным сервером из представленных, особенно при высоких нагрузках. Однако даже он проявляет увеличение времени ответа при экстремальных нагрузках.

- **MFlash, Secret Cloud Enterprise** и **P7-Офис**, при высоких нагрузках показывают значительный процент ошибок и задержек, функциональность работы с большими файлами заявлена, но нагрузочные тесты работоспособность такой функции не подтвердили.

Таким образом, рассмотрим выводы, полученные по результатам функционального тестирования. Несмотря на некоторые недостатки **Nextcloud**, такие как отсутствие поддержки DRM для разных категорий файлов и организации иерархического кеширования, его общий функциональный объем и соответствие требованиям безопасности превосходит другие решения.

В **Secret Cloud Enterprise** отсутствуют такие важные функции как аутентификация через OAuth 2.0, поддержка SSO, регистрация неавторизованного доступа к объектам и другие, что делает его наименее пригодным для задач защищенного файлового хранилища среди всех решений.

Решение **MFlash** не поддерживает разграничение прав доступа, возможность монтирования внешних ресурсов и другие ключевые критерии проведенного функционального тестирования.

В **П7-Офис**, в отличие от двух предыдущих решений, выявлено несколько уникальных недостатков, таких как отсутствие дедупликации и компрессии данных.

По результатам нагрузочного тестирования, сделаны следующие выводы. В сценарии загрузки файла размером 500 МБ на сервер, **Nextcloud** и **P7-Офис** продемонстрировали сравнительно стабильное время выполнения запросов даже при увеличении количества сессий, в то время как **MFlash** показал увеличение времени с ростом нагрузки.

В сценарии скачивания файла размером 500 МБ за 5 минут все решения, кроме **Nextcloud**, показали значительное увеличение времени выполнения запросов.

В сценарии с файлом размером 5 ГБ, **Nextcloud** и **MFlash** продемонстрировали возрастание времени выполнения запросов при увеличении числа пользователей. Однако, при тестировании **MFlash** обнаружен высокий процент ошибок при увеличении количества сессий.

В **Secret Cloud Enterprise** при увеличении числа пользователей увеличивается и процент ошибок, достигая 98% для 50 пользователей при загрузке файла на сервер. Скачивание файла размером 5 МБ успешно, тогда как скачивание файла размером 500 МБ не удалось ни одному из пользователей, что говорит о серьёзных ограничениях в текущем решении.

Таким образом, по результатам проведенного нагрузочного тестирования Решения **Nextcloud** и **P7-Офис** показали наилучший результат. По результатам проведенного функционального тестирования **Nextcloud** и **P7-Офис** оказались в лидерах набрав наибольшее количество баллов, при этом зафиксировано несколько не критичных недостатков в количестве 2 и 7 соответственно. Надёжность, безопасность и производительность позволяют

рекомендовать **Nextcloud** для решения задач защищенного файлового хранилища. По результатам проведенного тестирования следует признать решение **Nextcloud** лидером среди рассмотренных ИТ-решений для решения задач защищенного файлового хранилища;

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Крупин А. Курс на импортозамещение: выбираем российские аналоги иностранного ПО // 3DNews. Daily Digital Digest. 2022. URL: <https://3dnews.ru/1062353/russian-software-guide>;
2. MFALSH. Руководства пользователей. URL: <https://mflash.ru/> (дата обращения: 20.08.2023);
3. Secret Cloud Enterprise. Руководства пользователей. URL: <https://secret-cloud.ru/> (дата обращения: 02.08.2023);
4. P7-Офис. Руководства пользователей. URL: <https://r7-office.ru/> (дата обращения: 16.08.2023);
5. **Nextcloud**. Руководства пользователей. URL: <https://nextcloud.com/> (дата обращения: 06.08.2023);
6. Naumen Legal Tech. Руководства пользователей. URL: [https://www.naumen.ru/products/legal\\_tech/](https://www.naumen.ru/products/legal_tech/) (дата обращения: 06.08.2023);
7. Щербина Т.А. Цифровая трансформация сельского хозяйства РФ: опыт и перспективы // Россия: тенденции и перспективы развития. 2019. №. 14-1. С. 450-453

УДК 338.45

*Сериков В.В.*

*Председатель Липецкого Областного Совета Депутатов, г. Елец*

### ЦИФРОВИЗАЦИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ ИНТЕНСИФИКАЦИИ МОДЕРНИЗАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ ПРОМЫШЛЕННОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ

В текущих экономических условиях возрастает актуальность модернизации предприятий промышленного сектора экономики, которая сегодня становится приоритетным направлением стратегического развития страны, реализация которого будет способствовать достижению национальных целей развития Российской Федерации. В данном контексте особую важность играют цифровые инструменты поддержки модернизационных процессов промышленных предприятий, внедрение которых может оказывать непосредственное влияние на скорость модернизации. В рамках настоящего исследования предпринимается попытка проектирования информационной платформы промышленного предприятия, сопровождающей принятие решений относительно модернизации.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** модернизация, цифровизация, системы поддержки принятия решений, системы мониторинга, промышленность, промышленное предприятие

В контексте сложившейся экономической конъюнктуры необходимо отметить важность стратегического управления промышленным предприятием, обеспечивающего качественную эволюцию предприятия, в соответствии с ключевыми параметрами его эффективности и их изменениями в динамичной среде. Сегодня, в качестве государственных приоритетов технологического развития декларируются три основных цели – обеспечение национального контроля над воспроизводством критических и сквозных технологий; переход к инновационно ориентированному экономическому росту, усиление роли технологий как фактора развития экономики и социальной сферы; технологическое обеспечение устойчивого функционирования и развития производственных систем [1]. При этом сохраняется высокая степень износа основных производственных

фондов (рис. 1), что позволяет нам подчеркнуть роль модернизации промышленного сектора экономики (в том числе на основе внедрения наилучших из доступных технологий), которая сегодня выступает необходимым условием для построения инновационно-ориентированной экономики.

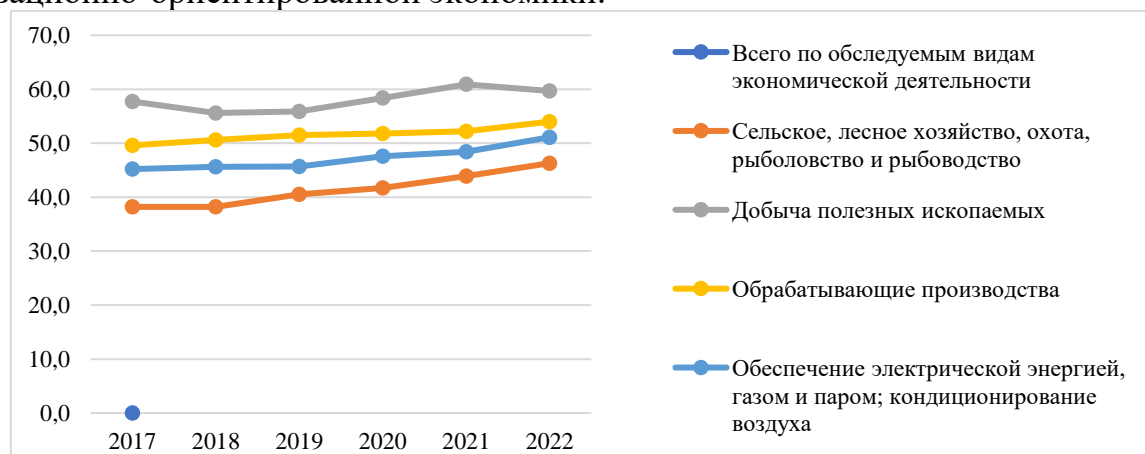


Рис. 1 – Степень износа основных фондов на конец года по видам экономической деятельности по полному кругу организаций (в процентах), 2017–2022 гг. [2]

Официальные данные Федеральной службы государственной статистики РФ свидетельствуют о высокой степени изношенности основных производственных фондов, причем наибольший процент износа наблюдается в ключевых для российской экономики видах деятельности – добыче полезных ископаемых и обрабатывающих производствах. Отметим, в структуре основных фондов приведенных видов деятельности критически высокий процент износа демонстрируют машины и оборудование. При этом, обрабатывающий сектор экономики сегодня является приоритетным с позиции достижения технологического и промышленного суверенитета страны, а его опережающее развитие приоритетной целью сводной стратегии обрабатывающей промышленности РФ до 2035 года. При этом, в стратегии отмечается роль цифровизации производственных процессов, которая может выступать резонирующим фактором для развития промышленного сектора экономики, а цифровые технологии обеспечивают конкурентоспособность и эффективность производства [3]. В данном контексте, практический интерес представляют цифровые инструменты, использование которых может способствовать ускорению процесса модернизации предприятий промышленного сектора экономики.

Важно отметить, что модернизация может пониматься как процесс технологических, социальных, экономических изменений с учетом институциональных изменений и возможностей перехода к новому технологическому укладу. Как отмечает академик РАН Ивантер В.В.: «...модернизация — это решительная смена направления, достаточно крутой поворот. Чем выше скорость, тем дальше и быстрее можно уйти в нужную сторону [4]». Данное высказывание позволяет нам подчеркнуть характер модернизации и ее всеобъемлющий характер, так как модернизация является ресурсозатратным процессом, включающий технологические, организационные, социально-экономические изменения (таблица 1).



Таблица 1. Ресурсы промышленного предприятия, задействованных в процессе модернизации [систематизировано автором по материалам исследования]

Ресурсная составляющая	Индикаторы
Человеческие ресурсы	Совокупность трудовых, интеллектуальных, предпринимательских способностей работников, рациональное использование которых обеспечивает конкурентоспособность предприятия
Материально-технические ресурсы	Совокупность предметов труда, используемых в производственном процессе
Производственно-технологические ресурсы	Совокупность ресурсов, позволяющих предприятию на основе расширенного воспроизводства получать экономический эффект
Организационные ресурсы	Совокупность конкурентных преимуществ предприятия, получаемой на основе уникальной конфигурации доступных ресурсов
Информационные ресурсы	Совокупность внутренних и внешних данных, предназначенных для обеспечения корректного функционирования предприятия и обеспечения его конкурентоспособности
Коммуникационные ресурсы	Совокупность ресурсов, участвующих в передаче и распространении информационных ресурсов.

Исходя из представленного в таблице 1 перечня ресурсов, задействованных в процессе модернизации промышленного предприятия, можем сделать вывод о необходимости формирования информационной платформы сопровождения этого процесса. Это поможет лицам принимающим решения владеть актуальной информацией о состоянии того или иного вида ресурсов, своевременно вносить изменения в интересах модернизации. Модельное представление реализации информационной платформы, сопровождающей принятие решений относительно модернизации графически отражено на рисунке 2.

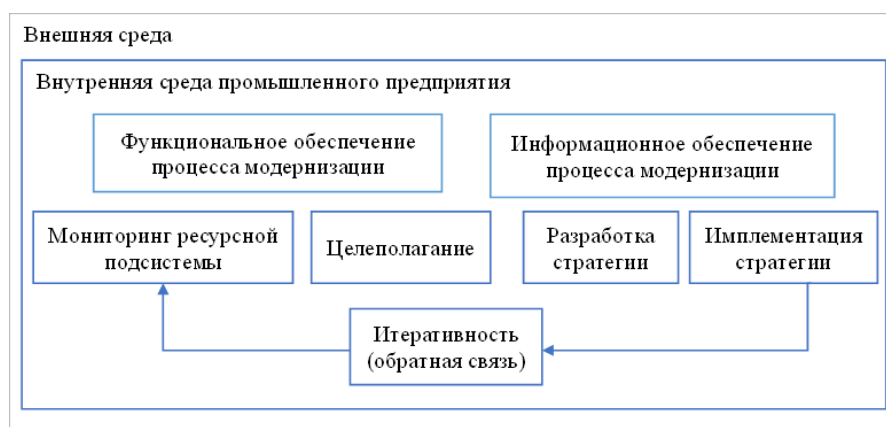


Рис. 2 – Модельное представление реализации информационной платформы, сопровождающей принятие решений относительно модернизации [разработано автором по материалам исследования]

Отправной точкой управления модернизационными преобразованиями промышленного предприятия является мониторинг ресурсной подсистемы, который осуществляется на основе внутренних источников данных. Ввиду этого

возникает необходимость всестороннего мониторинга состояния ресурсов. В рамках второго этапа, целеполагания, закладываются варианты/пути модернизации промышленного предприятия, определяются ключевые индикаторы и целевые параметры его развития. Цели, достигаемые в процессе модернизации должны быть установлены для каждого уровня планирования (оперативного, тактического, стратегического). После разработки и имплементации стратегии модернизации должна быть предусмотрена итеративность, в этом случае дорожная карта стратегии будет постоянно актуализироваться.

Управление процессами на микро-уровне, в том числе процессом модернизации, основывается на четком определении целевых индикаторов и их системном контроле. Системный контроль индикаторов непосредственно связан с системным прогнозированием будущего компании, которое как правило структурируется следующими фазами: анализ текущей ситуации, определение вариантов развития промышленного предприятия и целевых индикаторов, разработка стратегии, реализация стратегии, а также непрерывный процесс контроля. Предложенные структурные элементы могут быть отражены в разработке стратегии управления промышленным предприятием на основе модернизации и выступают в качестве основы процедурной модели стратегического управления.

Как отмечают Бараненко С.П., Бусыгин К.Д., существуют четыре ключевые группы задач модернизации предприятия – «частичное улучшение (точечные замены оборудования, технологий); модернизация производства в рамках существующих технологий и используемой бизнес-модели; кардинальная смена технологии, оборудования в рамках используемой бизнес-модели; модернизация технологической цепочки и совершенствование бизнес-модели [5]». При этом, чем сложнее задача, тем более высоки требования к уровню информационного обеспечения процесса модернизации, в том числе мониторинге ресурсной подсистемы. Контур мониторинга модернизации промышленных предприятий, включая последующую разработку инструментария оценки потребности в модернизации промышленного предприятия, может включать ключевые «точки» ресурсной теории – ресурсы, активы, способности, с одной стороны, как параметрические характеристики ресурсной подсистемы (количественное выражение), а также ключевые «точки» модернизационных преобразований – показатели научно-инновационного развития предприятия.

На сегодняшний день цифровые технологии в промышленности выступают популярной областью научных исследований позволяют выделить следующие укрупненные направления цифровых технологий промышленности, реализуемых на стыке Индустрии 4.0, Цифрового производства, Интернета в промышленности, Умного производства и Открытого производства:

- область искусственного интеллекта (например, машинное обучение, компьютерное зрение, цифровые двойники, промышленный интернет вещей и др.);
- область компонентов робототехники и сенсорики (например, промышленные роботы, умные фабрики и др.);
- область новых производственных технологий (например, цифровые прототипы);

- область технологии распределенных реестров (например, смарт-контракты);
- область технологий виртуальной и дополненной реальности;
- область бизнес-моделей (например, циркулярные и инновационные бизнес-модели) [систематизировано на основе 6, 7].

Отметим, что для российских предприятий промышленного сектора экономики обозначенные перспективные направления внедрения цифровых технологий представляют практический интерес. В то же время, мобилизационный характер российской экономики, субъектами которой выступают промышленные предприятия, предполагает целеориентацию ресурсов в соответствии со стратегическими целями и вызовами внешней среды, что предопределяет применение более простых, но эффективных цифровых инструментов для функционального обеспечения процесса модернизации промышленного предприятия.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Распоряжение Правительства РФ от 20 мая 2023 г. № 1315-р Об утверждении Концепции технологического развития на период до 2030 г. // <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/406831204/>
2. Федеральная служба государственной статистики. Степень износа основных фондов на конец года по видам экономической деятельности по полному кругу организаций (в процентах) // <https://rosstat.gov.ru/folder/14304>
3. Распоряжение Правительства РФ от 9 сентября 2023 года №2436-р Об утверждении Сводной стратегии развития обрабатывающей промышленности Российской Федерации до 2024 года и на период до 2035 года // <http://static.government.ru/media/files/Qw77Aau6IOSEluQqYnvR4tGMCy6rv6Qm.pdf>
4. Ивантер В. В. Необходимость модернизации и скорость экономического роста // Инновации. 2011. №8.
5. Бараненко С.П., Бусыгин К.Д. Обновление и модернизация промышленности - сущность, цели, задачи // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2014. №9.
6. Тарасова Н.Н., Шпарова П.О. Топ-15 цифровых технологий в промышленности. Институт статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ // <https://issek.hse.ru/news/494926896.html>
7. Воловодова Е.В., Коршикова И.А., Биденко Т.В. О классификации инструментов цифровизации промышленности и формирование среды для их внедрения // Вестник Института экономических исследований. 2021. №3 (23).

УДК 004.056

*Сизов В.А.*

*Профессор, кафедра прикладной информатики и информационной безопасности РЭУ им. Г.В. Плеханова, Москва*

### **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ТАРГЕТНОГО МОНИТОРИНГА ИНЦИДЕНТОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ УСТАНОВЛЕНИЯ ДОВЕРИЯ МЕЖДУ СУБЪЕКТАМИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В КИБЕРПРОСТРАНСТВЕ**

В статье рассмотрено применение метода таргетного мониторинга инцидентов информационной безопасности для установления доверия между субъектами экономической

деятельности в киберпространстве. В работе проведён анализ понятия доверия между субъектами экономической деятельности в совместной бизнесдеятельности, реализующейся в киберпространстве и предложено применение метода таргетного мониторинга инцидентов информационной безопасности для снижения энтропии доверия в киберпространстве, сформулирована соответствующая задача и рассмотрена ее декомпозиция на подзадачи.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** доверие, киберпространство, таргетный мониторинг, информационная безопасность, энтропия доверия.

В настоящее время в условиях использования моделей открытого взаимодействия субъектов экономической деятельности в киберпространстве априори невозможно обеспечить гарантированный уровень кибербезопасности [1]. При этом каждый из участников взаимодействия вправе доверять всем другим участникам взаимодействия, которые используют различные информационно-коммуникационные технологии в киберпространстве. Безусловно, в данном случае доверие имеет социально-экономический смысл. К. Эрроу определил доверие как «социальный смазочный материал в условиях существования сил трения в экономике (транзакционных издержек)» [2]. Ф. Фукуяма полагал доверие способом снижения этих транзакционных издержек и повышения эффективности экономической деятельности за счет высвобождения средств для ее осуществления вследствие отказа от контроля, а отсутствие взаимного доверия автор считал тождественным введению дополнительного налога [3].

В этом смысле очевидно, что установление доверия между взаимодействующими в киберпространстве СЭД является целесообразной задачей не только для достижения их кибербезопасности, но для обеспечения их киберустойчивости, особенно в процессах совместной бизнесдеятельности, использующей различные информационные технологии в киберпространстве. Таким образом, любое снижение неопределенности в оценке уровня доверия является экономически оправданным и необходимым для построения сетевых архитектур СЭД (например, сетевых предприятий и т.п.).

Для снижения энтропии доверия предлагается использовать замкнутую на участниках взаимодействия систему, функционирующую на определенном интервале времени. Действия данной системы имеет цель достижения допустимого доверия СЭД друг к другу, величина которого задается каждым СЭД. Для этого предлагается использовать метод таргетного мониторинга инцидентов информационной безопасности, который применяется периодически перед и во время установления информационно-коммуникационного взаимодействия СЭД в киберпространстве [4-5]. Для реализации сложных подобных систем возможна их институционализация в виде организационно-технических систем специального назначения.

Задачу установления доверия между взаимодействующими СЭД можно представить в виде декомпозиции двух подзадач: подзадачи таргетного мониторинга инцидентов информационной безопасности СЭД, решаемой непосредственно в процессе установления доверия между взаимодействующими СЭД с применением различных информационно-коммуникационных и других технологий; подзадачи аналитической обработки наблюдаемых информационных событий, поступающих в систему мониторинга кибербезопасности от соответствующих источников, сопровождающих этот процесс.

В настоящее время вторая подзадача является трудно решаемой в силу необходимости учета большого количества неоднородных источников наблюдаемых информационных событий. К этим источникам можно отнести информационные

системы и технологии, средства, механизмы и системы защиты информации, журналы различного программного обеспечения, пакеты экспертизы, выпускаемые производителями систем управления событиями информационной безопасности и др. Для ее решения можно использовать новые технологии искусственного интеллекта, хорошо зарекомендовавшие для обработки неоднородных неточных данных.

Анализ сохраненного следа информационного процесса установления доверия между СЭД в базе данных о наблюдаемых информационных событиях в замкнутой на участниках взаимодействия системе позволяет расследовать возможные инциденты или ошибки, что важно для выявления эксплуатируемых уязвимостей используемой СЭД системы и связанных с ними угроз кибербезопасности, а также установления уровня доверия между СЭД.

Таким образом, последовательное решение подзадачи таргетного мониторинга инцидентов информационной безопасности СЭД и подзадачи аналитической обработки наблюдаемых в ходе установления доверия между СЭД информационных событий позволяет снизить уровень энтропии доверия до заранее заданного допустимого уровня в циклическом процессе наблюдения-анализа.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Сизов В.А. Применение методов слияния «мнений» в аналитических системах мониторинга информационной безопасности субъектов экономической деятельности / В. А. Сизов // Инжиниринг предприятий и управление знаниями (ИП&УЗ-2022): Сборник научных трудов XXV Международной научной конференции, Москва, 06–07 декабря 2022 года / Под научной редакцией Ю.Ф. Тельнова. – Москва: Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, 2023. – С. 266-268.
2. Arrow K. J. Gifts and exchanges//Philosophy and public affairs. – 1972. – Vol. 1. – P. 343–362.
3. Фукуяма Ф. Социальные добродетели и путь к процветанию. – М.: АСТ, 2006 (Fukuyama F. Trust: the social virtues and the creation of prosperity. – N. Y.: Free Press, 1995).
4. Kirov, A., Sizov, V. Development of a method for targeted monitoring and processing of information security incidents of economic entities. J Comput Virol Hack Tech (2022). pp. 1-6 <https://doi.org/10.1007/s11416-022-00449-8>
5. Киров, А. Д. Разработка модели метрик информационных событий в системе менеджмента информационной безопасности субъектов экономической деятельности / А. Д. Киров // Проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы. – 2021. – № 3. – С. 96-107. – EDN PTOFGP.

УДК 004

*Скрипкин К.Г.*

*к.э.н., доцент каф. Экономической информатики  
(МГУ им. М.В.Ломоносова, Москва)*

## **MOBILIS IN MOBILE<sup>6</sup>: УСТОЙЧИВОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЯ, ДИНАМИЧЕСКИЕ СПОСОБНОСТИ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ ДИЗАЙН**

Современная экономика характеризуется исключительно высокой турбулентностью, как в финансовом, так и в реальном секторе. В этих условиях показатели свободного денежного потока оказываются недостаточными для управления предприятием. Необходима система показателей, оценивающих не только экономичность (определяемую денежным

---

<sup>6</sup> Подвижный в подвижном (лат.)

потоком), но также результативность и устойчивость предприятия. В работе предлагается такая система, вписанная в ССП – сбалансированную систему показателей. Эта система оценивает как уязвимость предприятия к внешним воздействиям, так и динамические способности – основу устойчивости предприятия в сложных ситуациях. Наконец, демонстрируются проявления механизмов динамических способностей в организационном дизайне предприятия.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** динамические способности, антихрупкость, сбалансированная система показателей, организационный дизайн

## 1. Введение

Для настоящего времени характерна повышенная турбулентность. Предприятия лишаются привычных источников поставок, для них закрываются привычные рынки, исчезают старые и появляются новые способы финансирования внешнеэкономической деятельности, часто и значительно меняются валютные курсы и процентные ставки, нарастают риски информационной безопасности и т.д. Вместе с тем, появляются и новые возможности, связанные с освоением рыночных ниш, освободившихся после ухода иностранных поставщиков, выполнение новых заказов государственных структур, взаимодействием с новыми поставщиками, пришедшими на российский рынок.

Столь масштабные изменения ставят вопрос об устойчивости компании. До сих пор как сами предприятия, так и внешние наблюдатели оценивали бизнес с точки зрения эффективности. Под «эффективностью» при этом обычно понималась экономичность, то есть соотношение затрат и результатов, выраженных в форме денежного потока. Еще кризис 2007-2009 гг. показал, что подобное целеполагание ведет к неконтролируемому накоплению рисков, т.е. пагубно сказывается на устойчивости компании.

Современная ситуация вносит в этот баланс еще один важный фактор. Расчет денежного потока чувствителен к точности исходных данных. Между тем, частые и резкие изменения экономической ситуации не позволяют обеспечить точные и достоверные данные как по денежному потоку в целом, так и по отдельным инвестиционным проектам. Это не только снижает ценность расчета денежного потока, но и сокращает горизонт планирования: на сколько-нибудь длинном горизонте «понятно, что ничего не понятно».

Как следствие, в условиях турбулентности системе управления предприятием требуется иная логика, учитывающая не только экономичность, но и результативность и, что еще важнее, устойчивость предприятия. В противном случае оно может просто не дожить до воплощения в жизнь решений, принятых по иным критериям.

Разнообразие и масштаб рисков делают крайне маловероятным появление одной универсальной модели, пригодной для всех случаев жизни. Поэтому предприятие должно быть постоянно готовым к изменениям на всех уровнях, от внедрения новых информационных систем (ИС) и бизнес-процессов до изменения бизнес-модели и поглощения других предприятий, либо слияния с ними. Согласованное проведение масштабных изменений требует владения компетенциями особого рода – динамическими способностями, под которыми понимается «использование существующих внутренних и внешних компетенций, специфичных для конкретной фирмы, для адаптации к изменяющимся условиям» [1]. Именно эти компетенции и находятся в центре внимания настоящей работы.

Работа сосредоточена на выявлении элементов динамических способностей в организационном дизайне фирмы в рамках подхода Г. Минцберга [2]. Рассматриваются

организационные механизмы, обеспечивающие выявление проблем бизнеса, создание и распространение необходимой информации, сосредоточение и высвобождение ресурсов. К организационным механизмам примыкает корпоративная культура, к которой динамические способности также предъявляют серьезные требования.

Работа структурирована следующим образом. Первый раздел рассматривает критерии оценки проектов и деятельности предприятия в целом: экономичность, результативность и устойчивость. Второй посвящен определению динамических способностей и критерии отнесения к ним тех или иных организационных механизмов. В третьем разделе анализируются механизмы организационного дизайна с точки зрения реализации динамических способностей.

## **2. Устойчивость среди критериев современного предприятия**

Концепция акционерной стоимости как основного критерия оценки деятельности фирмы и её проектов распространилась по меньшей мере с середины 1970-х годов. Её теоретическим обоснованием стала работа М.Дженсена и У.Меклинга [3], в которой рассматривались подходы к согласованию интересов менеджмента с интересами акционеров. В дальнейшем было показано, что соответствие интересам акционеров выражается величиной свободного денежного потока [4], который при некоторых упрощениях можно считать суммой денежных потоков от бизнесов предприятия и реализуемых в них проектов.

Для своего времени эта концепция была закономерной и прогрессивной. В предшествующую эпоху «революции управляющих» речь шла об отделении функции управления от собственности, переходе реальной власти в бизнесе к наемным менеджерам и к преследованию менеджерами собственных целей, существенно отличных от целей акционеров<sup>7</sup>. Тем не менее, к началу нынешнего века как теория Дженсена и Меклинга, так и основанная на ней практика несколько устарели. С одной стороны, «приведение интересов управляющих в соответствие с интересами акционеров» привело к астрономическим суммам вознаграждения высшего руководства компаний – до 250 млн. долл.<sup>8</sup> С другой стороны, по сложившейся экономической и юридической практике убытки бизнеса ни при каких обстоятельствах не ведут к требованиям возврата хотя бы части ранее полученного вознаграждения. Это создает ситуацию т.н. морального риска (*moral hazard*), стимулирующего менеджера к рискованным решениям, увеличивающим прибыль и вознаграждение самого менеджера в текущий момент за счет накопления рисков в будущем. В частности, целый ряд работ, например, [6], показал, что падение результатов фирм в период кризиса 2007-2008 гг. не сказался на заработках высших менеджеров.

Итак, проблема накопления рисков при ориентации менеджмента на денежный поток – доказанный в экономической литературе факт. В условиях турбулентности эта проблема усугубляется. С одной стороны, накопление рисков само по себе ухудшает положение предприятия в этих условиях. С другой стороны, чем выше неопределенность экономической ситуации, тем сложнее построить денежный поток и тем ниже достоверность и точность экономических показателей на его основе. Эта проблема имеет два решения, оба плохие. Первое – повышение точности за счет достоверности. В этом случае наши расчеты в большинстве случаев приведут к однозначному результату, позволяющему либо выбрать наиболее экономичные инвестиционные проекты, либо оценить работу предприятия в целом. Однако, этот

<sup>7</sup> Классической в этом направлении считается работа Берли и Минза [5]

<sup>8</sup> См. данные cbbc.com, ссылка <https://www.cbbc.com/2023/07/05/heres-how-much-the-10-highest-paid-us-ceos-earn.html>, доступ 30.10.23

однозначный результат по сути – игра в рулетку, изменения внешних условий могут легко привести к денежным потокам, совершенно отличным от наших расчетов. Второе решение – повышение достоверности за счет точности. В этом случае каждое значение денежного потока оценивается как интервал, тем более широкий, чем выше неопределенность данных. Такой расчет менее чувствителен к изменению внешних условий, но положение фирмы, оцененное таким образом, становится весьма неопределенным, а интервальные оценки показателей отдельных проектов вполне могут пересекаться, затрудняя выбор между проектами. Таким образом, денежный поток – заведомо неадекватное средство оценки положения предприятия в условиях турбулентности.

Естественная альтернатива – оценка не только и не столько денежного потока, сколько «экономического здоровья» предприятия. В этом случае оценивается не только денежный поток, который обычно – запаздывающий индикатор, но и уровень отношений с клиентами, качество внутренних процессов и инвестиции (не обязательно в денежной форме) в будущие продукты и процессы предприятия, а также в его сотрудников. Эта схема соответствует сбалансированной системе показателей (BSC, Balanced ScoreCard, далее в работе – ССП) с её секторами финансы, клиенты, внутренние процессы, обучение и развитие. Надо полагать, что BSC – не единственно возможный вариант, её недостатки также хорошо известны (см., например, [7]). Тем не менее, именно BSC стала *de facto* стандартом в области измерения результативности предприятия, опережая ближайшего конкурента, Performance Prism, более, чем на порядок [8]. Таким образом, есть смысл сосредоточиться на BSC хотя бы в силу сетевого эффекта: большинству предприятий во всех смыслах проще модифицировать BSC, нежели переходить на любую иную систему.

Для учета показателей надежности следует прежде всего разделить их на две основные группы. Первая – показатели неуязвимости (в терминах Н.Талеба [9, с.48-55]). Эти показатели описывают потери предприятия при изменении его экономических параметров. Вторая – показатели антихрупкости (аналогично). Эти показатели описывают способность предприятия динамически избегать рисков и использовать возможности, адаптируясь к новым условиям. Строго говоря, именно эти показатели описывают динамические способности предприятия. К показателям первой группы относятся прежде всего показатели финансовой устойчивости: отношение собственных и заемных средств, концентрация кредиторов, концентрация дебиторов, открытая валютная позиция<sup>9</sup> и т.д. Обычно анализ устойчивости на этом и заканчивается, но в данной работе устойчивость понимается шире: как анализ доли крупнейших покупателей, крупнейших продавцов, соотношения различных производственных технологий в портфеле предприятия и т.д. Все эти показатели устойчивости могут быть рассчитаны в рамках ССП: финансовые показатели в финансовом секторе, доли покупателей в клиентском секторе, доли поставщиков – в секторе внутренних процессов (процесс управления цепочками поставок), структура портфеля технологий – в секторе обучения и развития. Пример анализа устойчивости коммерческого банка с помощью ССП приведен на Рис. 1.

---

<sup>9</sup> Открытая валютная позиция – превышение активов над пассивами или пассивов над активами в той или иной иностранной валюте. В первом случае предприятие несет убытки при снижении курса иностранной валюты, во втором – при его повышении. Обычно этот показатель считается для банков и других финансовых организаций, но в настоящей работе предлагается считать этот показатель и для нефинансовых организаций, например, в случае продажи конечной продукции за рубли при поставках комплектующих в иностранной валюте.



<p>Клиенты</p> <p>Темпы роста числа клиентов</p>	<p>Финансы</p> <p>Норма прибыли</p> <p>Кредитное плечо</p>
<p>Мониторинг качества ссуд</p> <p>Внутренние процессы</p>	<p>Мотивация персонала</p> <p>Обучение и развитие</p>

Рис. 1. Пример оценки устойчивости коммерческого банка в модели ССП

Зелёным выделены показатели, значения которых способствуют устойчивости, красным – показатели, значения которых находятся в зоне неустойчивости. В качестве показателей процесса мониторинга качества ссуд могли быть взяты достаточно простые формальные показатели, такие, как число оценок кредитоспособности по уже выпущенным ссудам (в реальности оно как правило равнялось нулю). В качестве показателей мотивации персонала могли быть взяты такие, как разница в цене риска для банка и менеджера (последняя согласно [6] равнялась практически нулю). В данном случае неустойчивость присутствует как минимум в трёх секторах из четырёх, что указывает на серьёзнейшие проблемы в банковском секторе.

Вторая группа показателей должна отслеживать способность организации к целенаправленным изменениям, адаптирующим её к новым факторам рынка, технологий, цепочек поставок и т.д. Под целенаправленным изменением в работе понимается деятельность, выходящая за рамки процедур, зафиксированных в правилах и регламентах организации. Такое изменение реализуется в рамках цикла, напоминающего цикл Деминга: идентификация проблемы (обычно, изменения среды) – планирование необходимого изменения – реализация изменения – оценка результатов изменения.

Идентификация проблемы – первая и, возможно, самая важная фаза цикла. На этой фазе руководство предприятия должно осознать происходящее изменение, оценить его влияние на бизнес (масштаб угрозы и/или возможности), рассмотреть возможность адаптации в рамках существующих правил и рутин. Эта задача дополнительно осложняется тем, что экономика циклична, спад доходов или рост расходов может быть связан как с вновь возникшей проблемой или угрозой, так и с фазой делового цикла. Наглядный пример трудности такой идентификации – ситуация на газовом рынке в 2010-е годы, когда американские производители сланцевой нефти и сланцевого газа расширяли долю на рынке, а российский Газпром тратил значительные суммы на антирекламу сланцевой добычи в России и других странах. В итоге предложение нефти и газа на мировых рынках возросло, а доходы Газпрома значительно упали.

Планирование изменения также содержит значительную исследовательскую составляющую. На этом этапе руководство или специальная проблемная группа (о ней речь пойдет ниже) должна уяснить характер проблемы, предложить идею

необходимого изменения и затем, в случае одобрения изменения, разработать более детальный план его реализации. Поиск решения представляет собой предпринимательскую задачу – создать новую ценность или защитить старую ценность в условиях значительных изменений внешней среды. Сама идея изменения и план его реализации неизбежно представляют собой предпринимательский расчет – любое решение до его практической реализации нельзя рассматривать как безусловно верное.

Реализация изменения требует прежде всего ресурсов – как минимум, рабочих рук, как максимум, специалистов, имеющих квалификацию в новой области, изначально отсутствующей на самом предприятии. Сроки, обычно сжатые, требуют привлечения таких специалистов извне и лишь затем, при необходимости, обучение или привлечение таковых в штат предприятия.

Наконец, оценка изменения также является творческим предпринимательским действием. Первое правило этого действия – признание факта неудачи, если уж она имела место. Второе правило – максимально полный анализ причин неудачи, избегая сосредоточения на поиске виновных<sup>10</sup>. Такой анализ неудачи может стать источником стратегически важных перемен. Так, компания Форд Мотор в результате неудачи отделения Эдсел в 50-е годы прошлого века разработало новую бизнес-модель и бизнес-стратегию, которая, в отличие от стратегии лидера отрасли Дженерал моторс, пережила энергетический кризис второй половины 1970-х годов и сохраняет жизнеспособность по сей день. В результате Форд мотор, которая в 1950-е годы отставала от Дженерал Моторс по объему продаж примерно вдвое, в настоящее время сравнялась ней по этому показателю и даже незначительно превзошла её<sup>11</sup>.

Какие же показатели могут оценить «антихрупкие» (см. [9]) динамические способности? Прежде всего, наличие соответствующих ресурсов в структуре организации. Это не обязательно означает наличие отдельного структурного подразделения. Ресурсы могут быть сосредоточены на разных уровнях и/или в разных подразделениях (подробнее об этом в следующем разделе). Более того, в сравнительно небольшом предприятии «ресурсом», реализующим цикл изменения, может быть непосредственно его руководитель. Именно так обстояли дела в компании Майкрософт на ранних стадиях её развития. Окончательно компания отошла от этой схемы только в 1986 году, когда она выпустила на биржу свои акции и создала новую систему руководства с независимым топ-менеджментом. Таким образом, наличие необходимых ресурсов – сугубо инсайдерская информация, обычно недоступная за пределами предприятия. Тем не менее, внутренняя информация такого рода имеется в наличии и, например, рост «текучки», нагруженной на такого рода людей, является тревожным признаком.

К важным показателям относятся результаты изменений в прошлом. Если предприятие успешно решало серьезные проблемы, по всей вероятности, оно вполне обладает необходимыми динамическими способностями. Важно лишь помнить «анти-износ информации»: если последний пример такого рода произошел 10-15 лет назад, сегодня этих динамических способностей в принципе может и не быть.

Из этой ситуации вытекает третий показатель динамических способностей: регулярные стресс-тесты. Тренировочный тест не заменяет реальной ситуации целенаправленного изменения, но позволяет как обучать людей поведению в таких ситуациях, так и проверять их готовность.

---

<sup>10</sup> Выявление виновных вполне возможно, но вина конкретных лиц должна вытекать из максимально объективного анализа ситуации

<sup>11</sup> Данные сайта [statista.com](https://www.statista.com) за 2022 год

Таким образом, устойчивость предприятия определяется двумя группами показателей. Первая группа оценивает его неуязвимость к внешним воздействиям – отсутствие излишней закредитованности, концентрации потребителей или поставщиков, привязки к устаревшим или устаревающим технологиям и т.д. Эти показатели распределены по всем сегментам ССП. Вторая группа показателей оценивает способность предприятия изменить себя для адаптации к изменениям внешней среды. Эти показатели проверяют наличие и готовность ресурсов, оценивающих, планирующих, реализующих и тестирующих целенаправленные изменения. Готовность может оцениваться как на реальных данных, так и по результатам стресс-тестов. Эти показатели в ССП относятся к сектору обучения и развития.

### **3. Устойчивость предприятия и организационный дизайн**

Как мы видели выше, успешная реализация жизненного цикла изменения определяется двумя параметрами: свободным движением информации и возможностью динамически назначать и высвобождать ресурсы предприятия. Первый параметр определяет успех на стадиях выявления проблемы, планирования изменения и его оценки. Второй – на стадии реализации изменения. В организационном дизайне первый параметр определяется наличием и результативностью связующих механизмов (в [2] – liaison devices): интеграционных менеджеров, связующих позиций<sup>12</sup>, координационных комитетов<sup>13</sup> и т.д. В современных условиях к ним присоединяются и технические средства координации: общие чаты, внутренние корпоративные социальные сети<sup>14</sup>, GitLab и т.д. Эти инструменты подбираются таким образом, чтобы максимально облегчать неформальную коммуникацию заинтересованных лиц.

Второй параметр – динамическое назначение и высвобождение ресурсов. В традиционных организациях ресурсы закреплены за определенными организационными подразделениями, которые ими и распоряжаются. Однако, в условиях целенаправленного изменения функции и масштаб деятельности различных подразделений могут значительно изменяться, что требует перераспределения ресурсов между подразделениями. Это осуществляется двумя основными механизмами: проектными командами и целевыми группами (task forces). Проектная команда отвечает за выполнение конкретного проекта, имеющего цель, границы, сроки и бюджет. Целевая группа отвечает за решение более общей задачи, обычно решаемой несколькими проектами, и осуществляет контроль каждого из этих проектов.

Таким образом, организация, обладающая развитыми динамическими способностями, в терминах [2] приобретает определенные черты адхократии. К таковым относятся: гибкость организационной структуры, проектный подход к решению большинства задач, открытый доступ сотрудников к информации и развитый вспомогательный персонал. К этому последнему относятся интеграционные, координационные и проектные менеджеры, функционирующие как «начальники без подчиненных», в отличие от линейных менеджеров. Это не означает, что динамическими способностями обладают исключительно адхократия, но эти

---

<sup>12</sup> Пример связующей позиции – менеджеры по бизнес-информации, которые выступали интерфейсом между соответствующим блоком (подразделением высшего уровня) и ИТ-службой

<sup>13</sup> Например, модель процессов ИТ рекомендует комитет по одобрению изменений, выступающий как координационный комитет между бизнесом и ИТ-службой

<sup>14</sup> Как уже отмечалось, динамические способности подразумевают обмен чувствительной инсайдерской информацией, что делает глобальные социальные сети малоприменимым инструментом

способности повышают роль механизма взаимного согласования и тех позиций вспомогательного персонала, которые обеспечивают его функционирование.

### **Заключение**

Итак, устойчивость организации определяется сочетанием двух подходов: снижение уязвимости со стороны внешних факторов и форсированием адаптации к изменениям внешних условий. В этой последней определяющую роль играют так называемые динамические способности, которые эту адаптацию и обеспечивают. Естественным инструментом оценки устойчивости предприятия в целом и динамических способностей в частности выступает ССП – сбалансированная система показателей, для этого она должна содержать в своих секторах показатели устойчивости. В организационном дизайне предприятия динамические способности проявляются относительным усилением роли механизма взаимного согласования: динамической организационной структурой, развитыми связующими механизмами, повышенной ролью вспомогательного персонала.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. D. J. Teece, G. Pisano, A. Shuen, Dynamic capabilities and strategic management // Strategic Management Journal, Vol. 18:7, 509-533 (1997).
2. H.Mintzberg, Structure in Fives: Designing Effective Organizations // Prentice Hall, 1993
3. M.C.Jensen, W.H.Meckling, Theory of the Firm: Managerial Behavior, Agency Costs and Ownership Structure // Journal of Financial Economics, 5(4), 305-360.
4. M.C.Jensen, Agency Costs of Free Cash Flow, Corporate Finance, and Takeovers // The American Economic Review, May, 1986, Vol. 76, No. 2, Papers and Proceedings of the Ninety-Eighth Annual Meeting of the American Economic Association (May, 1986), pp. 323-329
5. A.A.Berle, G.C.Means, The Modern Corporation and Private Property // New York: Commerce Clearing House, Inc., 1932.
6. Fang Yang, Burak Dolar, Lun Mo, CEO Compensation and Firm Performance: Did the 2007-2008 Financial Crisis Matter? // Journal of Accounting and Finance vol. 14(1) 2014.
7. S.Mooraj, D.Oyon, D.Hostettler, The Balanced Scorecard: a Necessary Good or an Unnecessary Evil? // European Management Journal Vol.17, No.5, pp.481-491, 1999
8. A.Tawse, P.Tabesh, Thirty years with the balanced scorecard: What we have learned // Business Horizons (2023) 66,123 – 132.
9. Н.Талеб, Антихрупкость. Как извлечь выгоду из хаоса // М.: Колибри, 2019, 768 с.

**УДК 004.056**

*Суздальский Д.А.*

*Аспирант, кафедра прикладной информатики и информационной безопасности РЭУ им. Г.В.*

*Плеханова, Москва*

## **ОЦЕНКА КИБЕРУСТОЙЧИВОСТИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ СУБЪЕКТА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Цель исследования: разработка модели оценки киберустойчивости информационной системы (ИС) субъекта экономической деятельности (СЭД). Методы исследования: вероятностные методы, методы теории нечетких множеств, методы когнитивного моделирования. Актуальность исследования связана с недостаточной степенью достоверности оценок уровней киберустойчивости СЭД с использованием существующих подходов, в неполной мере обеспечивающих получение точных результатов оценки уровня киберустойчивости. Это обуславливает необходимость разработки методов и моделей с использованием гибридных интеллектуальных технологий при моделировании процессов управления информационной безопасностью, обеспечивающих получение более точных оценок уровней киберустойчивости СЭД. В результате исследования проведен анализ влияния

кибератак на функциональность ИС СЭД, выявлены факторы, обеспечивающие киберустойчивость ИС СЭД при реализованных киберугрозах и предложена модель киберустойчивости ИС СЭД.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** оценка киберустойчивости, когнитивное моделирование, нечеткие когнитивные карты, субъект экономической деятельности, информационные системы, кибербезопасность, непрерывность бизнеса, функциональная устойчивость.

## Введение

В настоящее время, несмотря на наличие известных зарубежных и отечественных стандартов в области управления рисками нарушения информационной безопасности (ИБ), проблема оценки риска нарушения ИБ остается актуальной. В стандартах формулируются только критерии оценки безопасности, но не содержится методик оценивания и важных деталей, позволяющих проводить сравнительный анализ различных вариантов защиты информационных систем (ИС) [1].

Задачи управления функционированием ИС предъявляют серьезные требования к качеству информации, используемой при формировании управляющих воздействий на ИС. При этом важную роль играет функциональная полнота, надежность работы компонентов системы сбора, передачи и обработки информации и программного обеспечения [2]. Следовательно, современный подход к оценке кибербезопасности требует учёта дополнительных факторов, связанных с непрерывностью бизнеса и функциональной устойчивостью ИС. Вышеуказанные факторы учтены в понятии киберустойчивости субъекта экономической деятельности (СЭД). Для решения задачи более точной и полной оценки рисков киберустойчивости оценки киберрисков СЭД предложен подход, основанный на построении нечётких когнитивных карт (НКК) киберустойчивости СЭД, отражающий как масштаб взаимовлияния факторов киберустойчивости СЭД друг на друга, так и степень их влияния на составляющие понятия «киберустойчивость» [3]. Он позволяет комплексно учитывать взаимосвязь факторов киберустойчивости и их влияние на различные её компоненты, что позволяет повысить точность оценки киберрисков СЭД, связанных с показателями киберустойчивости СЭД [4].

Основные составляющие понятия «киберустойчивость» представлены на рис. 1.



Рис. 1 – Составляющие киберустойчивости бизнеса

Проблематика киберустойчивости СЭД в настоящее время рассматривается с точки зрения стандартизованного комплексного подхода, предлагаемого СЭД в области противодействия киберугрозам (например, MITRE Corporation) [5-6].

Описание объекта исследования.

В качестве объекта исследования выбрана типовая ИС СЭД [7]. Фрагмент архитектуры исследуемой типовой ИС СЭД представлена на рис. 2. Результаты анализа воздействия угроз на активы СЭД представлены в табл.1.

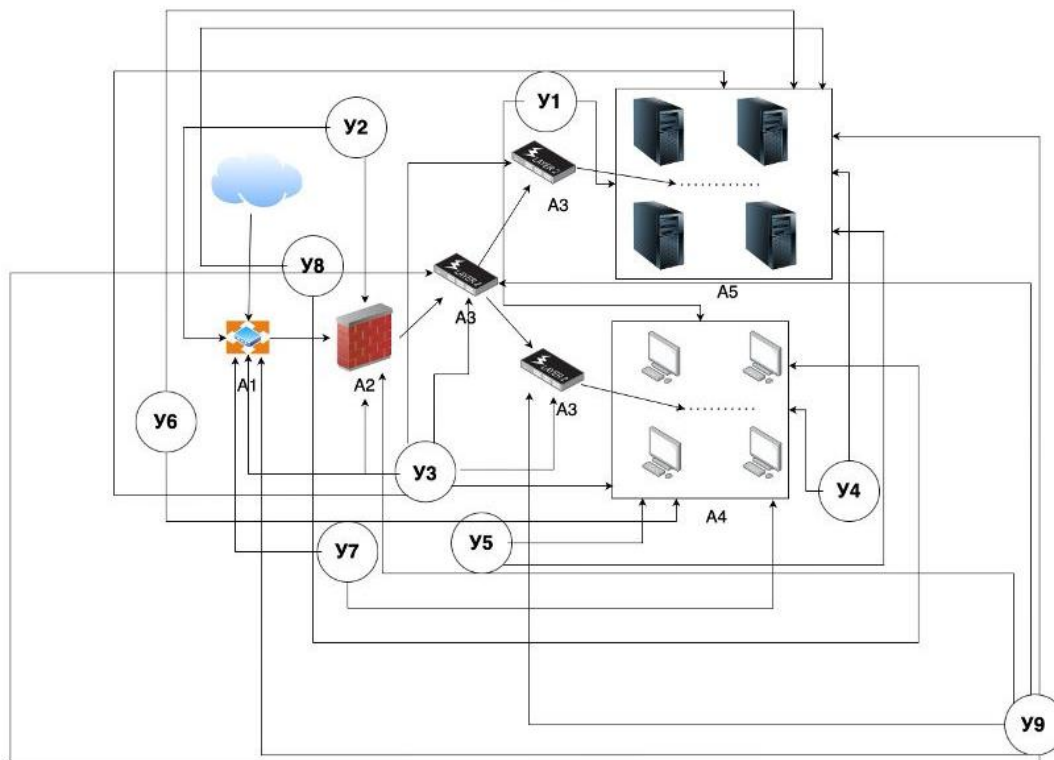


Рис. 2 – Фрагмент архитектуры исследуемой типовой ИС СЭД

Таблица 1. Компоненты архитектуры исследуемой типовой ИС СЭД

Активы СЭД	Информационные угрозы активам СЭД	Показатели киберустойчивости
A1. Сетевой маршрутизатор	У1. Угроза загрузки нештатной операционной системы	К. Конфиденциальность
A2. Межсетевой экран	У2. Угроза приведения системы в состояние «отказ в обслуживании»	Ц. Целостность
A3. Сетевой коммутатор	У3. Угроза физического выведения из строя средств хранения, обработки и (или) ввода/вывода/передачи информации»	Д. Доступность
A4. Рабочие станции пользователей	У4. Угроза повышения привилегий	НБ. Непрерывность бизнеса
A5. Серверы	У5. Угроза неправомерного шифрования информации	ФУ. Функциональная устойчивость

Активы СЭД	Информационные угрозы активам СЭД	Показатели киберустойчивости
	У6. Угроза несанкционированного удаления защищаемой информации	
	У7. Угроза внедрения вредоносного кода через рекламу, сервисы и контент	
	У8. Угроза хищения средств хранения, обработки и (или) ввода, вывода, передачи информации	

Анализ данных табл. 1 показал, что обеспечение киберустойчивости СЭД представляет собой актуальную задачу. Она может быть представлена в виде жизненного цикла процесса обеспечения требуемого уровня киберустойчивости [8-9].

Жизненный цикл процесса обеспечения киберустойчивости типовой СЭД представлен на рис. 3.

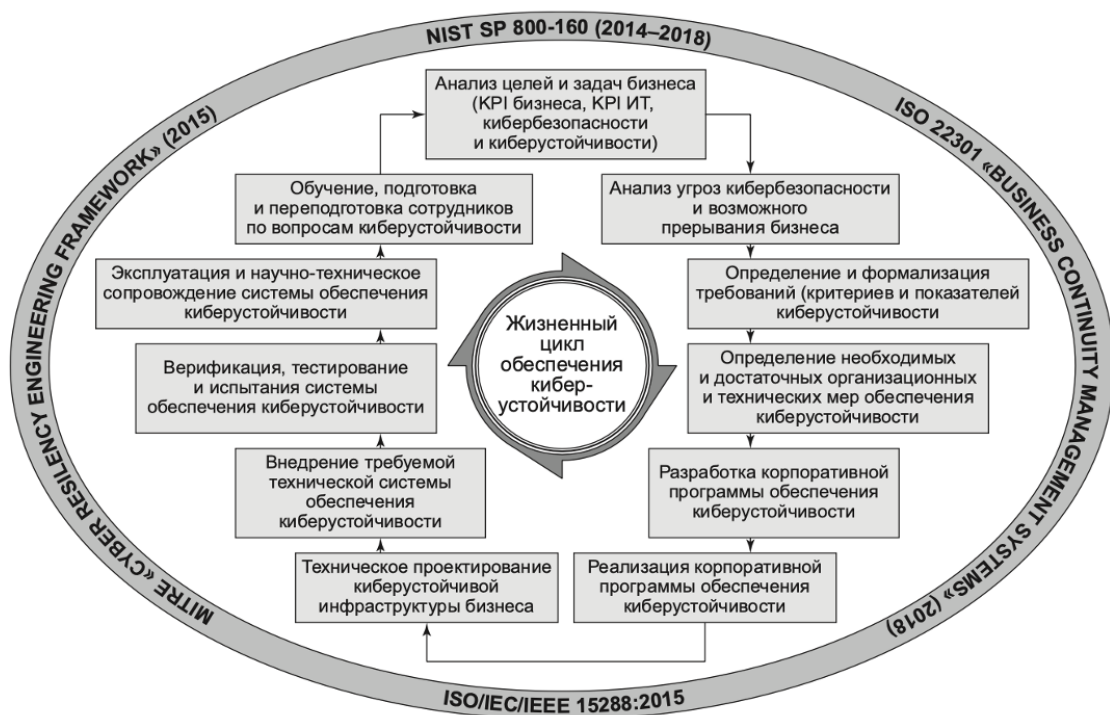


Рис. 3 – Жизненный цикл процесса обеспечения киберустойчивости типовой СЭД

Анализ данных рис. 3 показал, что необходимо рассматривать угрозы ИС СЭД не только относительно их влияния на конфиденциальность, целостность и доступность данных, обрабатываемых в ИС, но и с точки зрения их влияния на непрерывность бизнеса и функциональную устойчивость СЭД [10-11].

#### Предложенный подход

Для построения модели киберустойчивости СЭД целесообразно использовать подход, основанный на нечётком когнитивном моделировании в виде построения НКК [12].

Основное назначение когнитивных карт (причинно-следственных карт) состоит в возможности качественного описания структуры сложных систем. Отображаются когнитивные карты с помощью ориентированных графов, вершины которых – концепты, а дуги – связи (могут быть как положительными, так и отрицательными, а также нулевыми) [13].

Одной из разновидностей когнитивных карт являются нечеткие когнитивные карты (НКК) [3]. Моделирование с использованием когнитивного подхода осуществляется за счет применения взвешенных дуг ( $e_{ij}$  - значения в интервале  $[-1, +1]$ , отражающие силу влияния между факторами) между узлами ( $N_1, N_2, \dots, N_n$ ); тогда  $E: (N_i, N_j) \rightarrow e_{ij}$  – функция, сопоставляющая значение  $e_{ij}$  паре понятий  $(N_i, N_j)$ ;  $C: N_i \rightarrow C_i$  – функция, которая каждому концепту  $N_i$  ставит в соответствие последовательность его степеней активации так, что для каждого  $t \in N, C_i(t) \in L$  – это степень активации концепта  $N_i$  в момент времени  $t$ ;  $f: R \rightarrow L$  – функция преобразования; которая устанавливает связь между  $C(t+1)$  и  $C(t)$  для всех  $t \geq 0$  так, что выполняется равенство 1.1:

$$\forall i \in \{1, 2, \dots, n\}, C_i(t+1) = f\left(\sum_{j=1}^n e_{ij} C_j(t)\right). \quad (0.1)$$

Далее целесообразно использовать трансформационную функцию для приведения взвешенной суммы состояний концептов в диапазон  $[0; 1]$ . Для этого чаще всего используется логистическая функция 1.2:

$$C_j(x) = \frac{1}{1 + \exp(-e * x)}. \quad (0.2)$$

В ходе моделирования на основе НКК традиционно реализуются следующие этапы [13]:

1. Задается матрица связей между концептами в интервале  $[-1; 1]$  с нулевыми значениями на главной диагонали;
2. Задается исходное состояние концептов в виде вектора значений в интервале  $[0; 1]$ ;
3. Рассчитывается состояние концептов на следующем шаге путем матричного умножения предыдущего состояния концептов на матрицу связей (причинную матрицу) и применения трансформационной функции к полученным результатам  $[0; 1]$ .
4. Шаг 3 повторяется до тех пор, пока не будет достигнуто стабильное состояние концептов.

Сценарное моделирование может быть выполнено по трем основным направлениям [13]:

- прогноз развития ситуации без всякого воздействия на процессы: ситуация развивается сама по себе (эволюционное развитие);
- прогноз развития ситуации с выбранным комплексом мероприятий-управлений (прямая задача);
- синтез комплекса мероприятий для достижения необходимого изменения состояния ситуации (обратная задача).

Результаты исследования

Разработанная модель киберустойчивости ИС включает модели влияния показателей факторов на кибербезопасность, непрерывность бизнеса и функциональную устойчивость СЭД [14-15].



Фрагменты модели влияния показателей факторов на кибербезопасность СЭД представлены на рисунке 4 [13].

Нечеткая когнитивная матрица взаимосвязи концептов когнитивной карты

	A1	A2	A3	A4	A5	К	Ц	Д
У1	0	0	0	0,6	0,8	0	0	0
У2	0,9	0,9	0	0	0	0	0	0
У3	0,7	0,7	0,4	0,6	0,9	0	0	0
У4	0,8	0	0	0,3	0,8	0	0	0
У5	0	0	0	0,8	0,7	0	0	0
У6	0	0	0	0,4	0,5	0	0	0
У7	0	0	0	0,1	0	0	0	0
У8	0	0	0	0,2	0,1	0	0	0
У9	0,7	0,7	0,7	0	0,4	0	0	0
A1	0	0	0	0	0	0,8	0,7	0,8
A2	0	0	0	0	0	0,2	0,8	0,4
A3	0	0	0	0	0	0,4	0,6	0,8
A4	0	0	0	0	0	0,6	0,8	0,6
A5	0	0	0	0	0	0,8	0,9	0,9
К	0	0	0	0	0	0	0	0
Ц	0	0	0	0	0	0	0	0
Д	0	0	0	0	0	0	0	0

Фрагмент транзитивно замкнутой матрицы цепочки взаимосвязей между управляющими концептами и целевыми с указанием весов связей

	1	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
1	...	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,6000	0,0000	0,8000	0,0000	0,7200	0,0000	0,7200	0,0000	0,0000	0,7200	0,0000
2	...	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,6000	0,0000	0,8000	0,0000	0,7200	0,0000	0,7200	0,0000	0,7200
3	...	0,9000	0,0000	0,9000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,8100	0,0000	0,8100	0,0000	0,7200	0,0000	0,7200
4	...	0,0000	0,9000	0,0000	0,9000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,8100	0,0000	0,7200	0,0000	0,7200
5	...	0,7000	0,0000	0,7000	0,0000	0,4000	0,0000	0,6000	0,0000	0,9000	0,0000	0,8100	0,0000	0,8100	0,0000	0,8100	0,0000
6	...	0,0000	0,7000	0,0000	0,7000	0,0000	0,4000	0,0000	0,6000	0,0000	0,9000	0,0000	0,8100	0,0000	0,8100	0,0000	0,8100
7	...	0,8000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3000	0,0000	0,8000	0,0000	0,7200	0,0000	0,7200	0,0000	0,7200	0,0000	0,7200
8	...	0,0000	0,8000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3000	0,0000	0,8000	0,0000	0,7200	0,0000	0,7200	0,0000	0,7200	0,0000
9	...	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,9000	0,0000	0,7000	0,0000	0,6300	0,0000	0,7200	0,0000	0,6300	0,0000	0,6300
10	...	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,9000	0,0000	0,7000	0,0000	0,6300	0,0000	0,7200	0,0000	0,6300	0,6300
11	...	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,4000	0,5000	0,0000	0,4500	0,0000	0,4500	0,0000	0,4500	0,0000	0,4500	0,0000
12	...	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,4000	0,0000	0,5000	0,0000	0,4500	0,0000	0,4500	0,0000	0,4500	0,4500
13	...	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0600	0,0000	0,0800	0,0000	0,0600	0,0000	0,0000

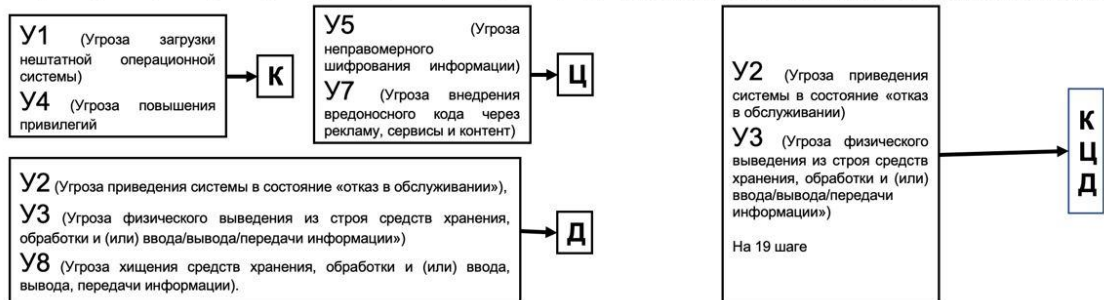


Рис. 4 – Фрагменты модели влияния показателей факторов на кибербезопасность СЭД НКК, иллюстрирующая степени влияния показателей факторов на непрерывность бизнеса и функциональную устойчивость СЭД представлена на рисунке 5.

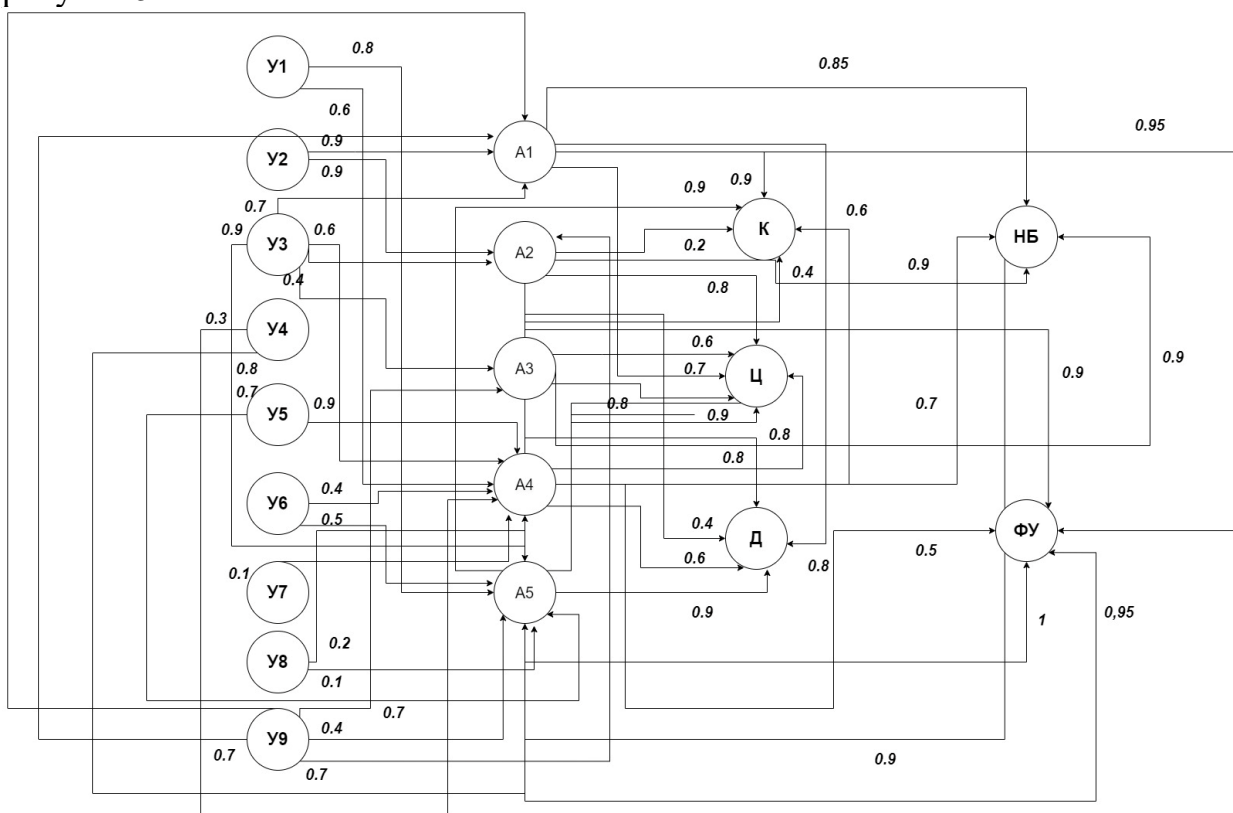


Рис. 5 – НКК киберустойчивости СЭД

## Заключение

В статье рассмотрена проблема обеспечения киберустойчивости ИС СЭД. Проведен анализ причин нарушения киберустойчивости и последствий, к которым могут привести кибератаки на ИС СЭД. Показано, что такие факторы, как кибербезопасность, непрерывность бизнеса и функциональная устойчивость обеспечивают киберустойчивость СЭД. С учетом этого предложена модель киберустойчивости ИС СЭД на основе НКК. Предложенный комплексный подход к анализу киберустойчивости СЭД позволяет построить модель влияния факторов киберустойчивости СЭД, более полно учитывающую характер влияния этих факторов на ИС СЭД, что может способствовать повышению точности оценки киберрисков ИС СЭД.

## ЛИТЕРАТУРА:

1. ГОСТ Р ИСО/МЭК 15408-3-2013. Методы и средства обеспечения безопасности. Критерии оценки безопасности информационных технологий. Часть 3. Компоненты доверия к безопасности. – М.: Стандартинформ, 2014 – 274 с.
2. Гурина Л. А. ПОВЫШЕНИЕ КИБЕРУСТОЙЧИВОСТИ SCADA И WAMS ПРИ КИБЕРАТАКАХ НА ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННУЮ ПОДСИСТЕМУ ЭЭС // Вопросы кибербезопасности. 2022. №2 (48). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-kiberustoychivosti-scada-i-wams-pri-kiberatakah-na-informatsionno-kommunikatsionnuyu-podsistemu-ees> (дата обращения: 9.11.2023).
3. Микрюков, А. А. Когнитивные технологии в системах поддержки принятия решений в цифровой экономике / А. А. Микрюков // Инновации и инвестиции. – 2018. – № 6. – С. 127-131. – EDN OOSLWH.
4. Суздальский, Д. А. Актуальные вопросы моделирования подсистемы информационной безопасности компании на основе когнитивного подхода / Д. А. Суздальский // Информационные технологии и математические методы в экономике и управлении: Сборник статей, Москва, 23–24 марта 2023 года. Том Книга 1. – Москва: Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, 2023. – С. 343-350. – EDN ХТКЕАЕ.
5. Xiong, Wenjun & Legrand, Emeline & Åberg, Oscar & Robert, Lagerström. Cyber security threat modeling based on the MITRE Enterprise ATT&CK Matrix. // Software and Systems Modeling. – 2022. – No. 21 DOI: 10.1007/s10270-021-00898-7.
6. Какие техники MITRE ATT&CK выявляют продукты Positive Technologies. – URL: [https://mitre.ptsecurity.com/ru-RU/techniques?utm\\_source=seclab&utm\\_medium=news](https://mitre.ptsecurity.com/ru-RU/techniques?utm_source=seclab&utm_medium=news) (дата обращения: 9.11.2023)
7. Суздальский, Д. А. Актуальные вопросы моделирования функционирования подсистемы информационной безопасности / Д. А. Суздальский, А. А. Микрюков // Евразийский Союз Ученых. Серия: технические и физико-математические науки. – 2023. – № 3-2(106). – С. 11-16. – EDN JXBILQ.
8. Шеремет И. А. Обеспечение кибербезопасности в условиях развития цифровой экономики // Вестник Московского университета. Серия 25. Международные отношения и мировая политика. 2019. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obespechenie-kiberbezopasnosti-v-usloviyah-razvitiya-tsifrovooy-ekonomiki> (дата обращения: 9.11.2023).
9. Петренко А.А. Технологии обеспечения киберустойчивости // Защита информации. Инсайд. – 2021. – № 6.
10. Познякова Е. И. Спектр угроз информационной безопасности с точки зрения непрерывности бизнеса // История и архивы. 2009. №10. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/spektr-ugroz-informatsionnoy-bezopasnosti-s-tochki-zreniya-nepreeryvnosti-biznesa-1> (дата обращения: 10.11.2023).

11. Сизов, В. А. Разработка двухэтапного метода нечеткой кластеризации событий информационной безопасности в системе мониторинга кибербезопасности субъектов экономической деятельности / В. А. Сизов, А. Д. Киров // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. – 2023. – № 3. – С. 51-63. – DOI 10.17308/sait/1995-5499/2023/3/51-63. – EDN CMJJRU.
12. Васильев В. И., Вульфин А. М., Герасимова И. Б., Картак В. М. АНАЛИЗ РИСКОВ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ С ПОМОЩЬЮ НЕЧЕТКИХ КОГНИТИВНЫХ КАРТ // Вопросы кибербезопасности. 2020. №2 (36). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-riskov-kiberbezopasnosti-s-pomoschu-nechetkih-kognitivnyh-kart> (дата обращения: 9.11.2023).
13. Васильев В. И., Кудрявцева Р. Т., Юдинцев В. А. Автоматизация процесса оценки информационных рисков с использованием нечетких когнитивных карт // Вестник УГАТУ = Vestnik UGATU. 2014. №3 (64). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizatsiya-protsessa-otsenki-informatsionnyh-riskov-s-ispolzovaniem-nechetkih-kognitivnyh-kart> (дата обращения: 9.11.2023).
14. Микрюков А.А., Гаспариан М.С., Карпов Д.С. Разработка предложений по продвижению университета в международном институциональном рейтинге QS на основе методов статистического анализа. Статистика и Экономика. 2020. Т. 17. № 1. С. 35–43.
15. Mazurov M.E., Mikryukov A.A. Predicting University Development Based on Hybrid Cognitive Maps in Combination with Dendritic Networks of Neurons. The International Symposium on Computer Science, Digital Economy, and Intelligent Systems CSDEIS 2020 Advances in Intelligent Systems, Computer Science and Digital Economics II volume 1402, 2021 pp. 138-151. DOI: 10.1007/978-3-030-80478-7\_15.

УДК 004.93

*Суятинов С.И.*

*К.т.н., доцент, МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва*

## **ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ АТТРАКТОРНЫХ ПОЛЕЙ ПРИ РАСПОЗНАВАНИИ СИТУАЦИЙ**

В статье рассмотрены особенности формирования аттракторных полей при решении задачи распознавания ситуаций. Показано, что формализованным представлением ситуационной осведомленности являются ситуационные модели, где набор стандартных ситуаций рассматривается как заданные эталоны, а текущая ситуация представляет некоторый искаженный образ. Отмечено, что основой ассоциативных решений по распознаванию ситуаций являются аттракторные поля. Обсуждены подходы к формированию аттракторных полей на основе ассоциативной сети Хопфилда, синергетической сети Хакена и нейронной динамической системы, построенной на принципах теории динамического поля.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** Ситуационная осведомленность, распознавание ситуаций, ассоциативность, аттракторные поля, нейроморфный вычислитель

Усложнение современных технических систем и задач управления их состоянием повышает ответственность человека-оператора [1, 2]. Анализ деятельности операторов в этих условиях показывает, что принимаемые решения осуществляются в соответствии с принципами ситуационного управления. Основой для повышения эффективности автоматизированных систем управления состояниями сложных технических объектов следует рассматривать ситуационные модели управляемого состояния системы, которые являются формализованным представлением ситуационной осведомленности [3].

Как показано на рис. 1, ситуационная осведомленность при управлении сложными объектами имеет иерархическую структуру и включает в себя три уровня [4].

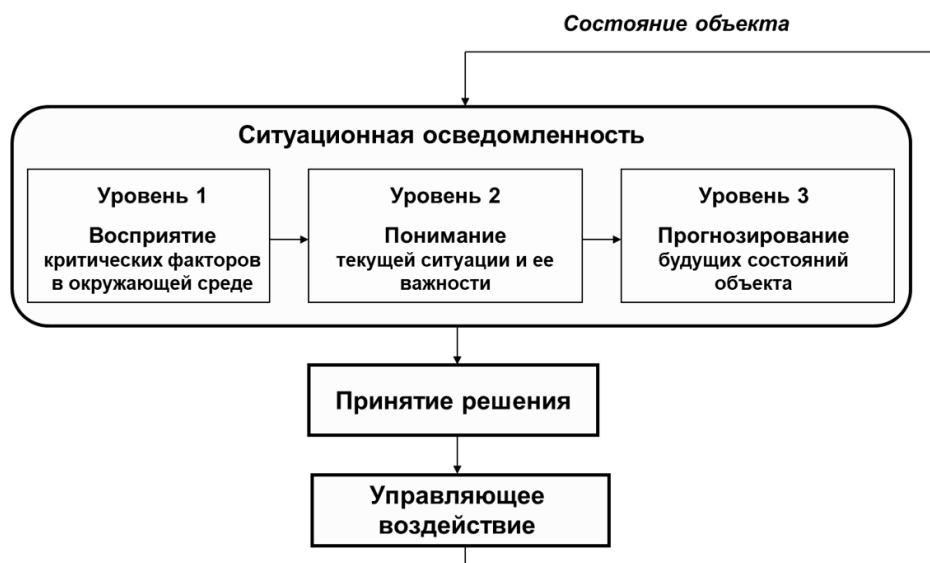


Рис. 1 – Роль ситуационной осведомленности при управлении сложным объектом

Ситуационные модели создаются на основе множества сценариев, описывающих характеристики ситуаций и принятые при этом решения. При формировании ситуационной осведомленности будем рассматривать набор стандартных ситуаций как заданные эталоны, а текущую ситуацию – как некоторый искаженный образ, который необходимо классифицировать для определения предпринимаемых действий по управлению объектом [5, 6].

В процессе распознавания зашумленного образа (текущей ситуации) выявляется ассоциативная связь с одним из эталонов (известных ситуаций). Таким образом, важным свойством ситуационной осведомленности является ассоциативность, то есть способность формировать целостное представление о ситуации по ее фрагментам.

Основой ассоциативных решений являются аттракторные поля, которые формируются в системах распознавания образов и формирования ситуационной осведомленности, как и в других системах искусственного интеллекта, в процессе обучения и настройки системы на решение поставленной задачи [7]. Существуют разные подходы к формированию аттракторных полей, где каждому эталону соответствует своя область притяжения (аттрактор), и соответственно, разные теоретические подходы к реализации функции оценки состояния.

Выделим три из них, реализация которых осуществляется на основе нейросетей. Это сеть Хопфилда, синергетическая сеть Хакена и нейронная динамическая система, построенная на принципах теории динамического поля (ТДП). Все они так или иначе основываются на механизмах функционирования биологических нейронов и нейронных сетей [8]. Динамика этих сетей описывается нелинейными дифференциальными или интегро-дифференциальными уравнениями. Причем структура этих уравнений такова, что в фазовом пространстве этих динамических систем существуют области притяжения (аттракторы) и особые устойчивые точки.

Среди выделенных трех подходов наиболее известным подходом является формирование аттракторного поля в ассоциативных нейронных сетях, например, в сети Хопфилда.

Сеть Хопфилда отражает три фундаментальных свойства мозга: 1) существование мозга в динамике, когда любые внешние или внутренние возмущения заставляют покинуть состояние текущего локального минимума энергии и перейти к динамическому поиску нового; 2) способность прийти к квазиустойчивому состоянию, определяемому предыдущим состоянием; 3) ассоциативность переходов, когда в смене описательных состояний постоянно прослеживается определенная обобщенная близость.

Второй подход формирования аттракторных полей основан на синергетике и реализован в синергетическом компьютере Хакена. В соответствии с принципами синергетики в процессе распознавания образов за счет конкуренции выделяются точки аттрактора с минимальной энергией, которые соответствуют эталонам. Структура потенциального поля определяет следующие свойства модели Хакена:

- наличие аттракторов, равное количеству эталонов, что обеспечивает свойство ассоциативности;
- простая замена переменных в уравнении динамики системы в заданном потенциальном поле позволяет перейти к уравнениям динамики параметров порядка и реализовать конкурентный принцип «победитель получает все»;
- наличие параметра внимания позволяет учесть контекст в конкретной задаче распознавания.

В таблице 1 приведены основные характеристики двух интеллектуальных подходов. Отметим, что указанные два подхода формируют аттракторные поля на различных уровнях моделирования. В ассоциативных нейронных сетях реализуется моделирование на микроуровне, поскольку формирование аттрактора осуществляется за счет вычисления весовых коэффициентов межнейронных связей в процессе обучения. Синергетический подход Хакена рассматривает нейронные сети на макроуровне, позволяя описывать динамику всей системы дифференциальными уравнениями.

Таблица 1. Сравнение основных характеристик ассоциативных моделей

Характеристика	Нейронная сеть	Синергетическая модель
Метод обучения	С учителем	С учителем
Ассоциативная память	Да	Да
Способ представления эталонов	Формирование энергетического функционала сети	Формирование структуры потенциального поля
Ограничение по количеству векторов эталонов	Да	Нет
Способ реализации	Программный	Программный и аппаратный
Тип процессора	Цифровой	Цифровой и аналоговый

Третий подход к формированию аттракторного поля основан на теории динамического поля (ТДП) [9]. Динамическое поле описывается функцией распределения активности (потенциальной функцией)  $u(x, t)$ , определенной по

одному или нескольким непрерывным метрическим направлениям (признакам)  $x = (x_1, \dots, x_n)$ .

Основными элементами ТДП являются динамические нейронные поля (нейронные популяции) – паттерны активации, определяемые в различных областях пространства состояния (рис. 2).

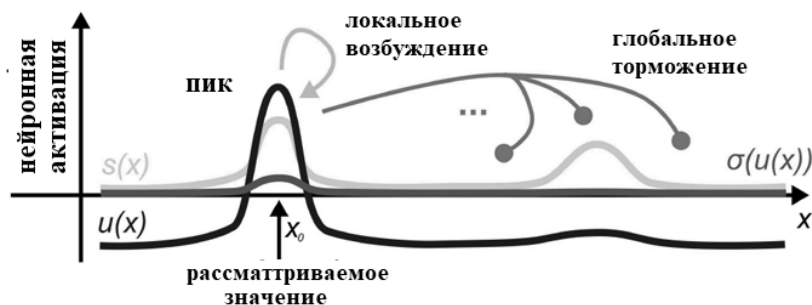


Рис. 2 – Возникновение пика активности

Пик активности в точке  $x_0$  является результатом локального возбуждения, глобального торможения, интегрального воздействия связанных нейронов и порогового уровня. Эти пики являются единицами представления в ТДП, которые задают посредством своего местоположения определенные значения в представленном измерении. Система создает пик только при активации выше порога, который характеризуется сигмоидальной выходной функцией. При достаточном внешнем воздействии, сосредоточенном в области вдоль координат объекта, создается пик надпороговой активации в качестве аттрактора. Появление такого пика сигнализирует о предполагаемом месте расположения искомого объекта (эталона).

Отметим особенности формирования аттракторных полей в подобном нейроморфном вычислителе.

Во-первых, как и в других подходах, на основе аттракторов формируется потенциальная функция  $u(x, t)$ . Общим с моделью Хопфилда является подход на основе микромоделирования при формировании потенциальной функции. При этом используется модель каждого нейрона при формировании потенциальной функции. При этом конкретная структура потенциального поля формируется в процессе обучения. Хакен при формировании потенциальной функции, исходил из принципов макромоделирования. Он учитывал синергизм взаимодействия между нейронами, результатом которого также является потенциальное поле с множеством аттракторов. При этом конкретное описание модели нейронов не имеет никакого значения.

Во-вторых, в ТДП, в отличие от двух других подходов, введено функциональное разделение областей нейроморфной структуры. Подобно биологической нейроструктуре, все области интегрированы в единую нейросеть с соответствующими связями. Это 1) области, отвечающие за восприятие и обработку сенсорной информации, 2) области, хранящие предыдущий опыт в форме ментальных моделей, 3) нейронные области, ответственные за формирование паттернов двигательной активности. Пики активности соответствующих областей динамического поля могут отображать как целевые объекты (эталон), так и намерения действий. Такие пики могут формироваться из входного сигнала и

стабилизироваться за счет внутривольных взаимодействий. Таким образом, нейронные связи реализуют когнитивные операции.

В-третьих, в ТДП, как и у Хакена, введена метрика в потенциальном пространстве. Это позволило перейти от дискретного описания расположения нейронов в сети к непрерывному описанию результата их совместного функционирования в форме потенциального поля.

В-четвертых, и это самое важное, потенциальная функция  $u(x, t)$  в теории динамического поля, в отличие от двух других подходов, зависит от времени, то есть описывает нестационарное потенциальное поле.

Таким образом, можно выделить ключевые идеи формирования динамических аттракторных полей:

- паттерны нейронной активации динамических нейронных полей (ДНП) развиваются с течением времени и описываются нейронной динамикой, которая отражает эволюцию активности популяций нейронов в непрерывном времени;
- ДНП определяются в непрерывных пространствах и абстрагируются от дискретной выборки этих пространств отдельными нейронами;
- локализованные пики активации определяются, как единицы изображений (эталонов), которые посредством высокого значения активации указывают на наличие целевого объекта в области активационных полей;
- нейронное взаимодействие в полях активации структурировано таким образом, что локализованные пики являются стабильными стационарными решениями.

Во всех трех подходах устойчивость неподвижной точки (стабильность) является ключевым параметром для получения точных и устойчивых к изменениям решений. Изменения в решениях вызываются вариациями ввода и внешним шумом.

Таким образом, применение ТДП для решения задачи распознавания ситуаций путем получения информации о сцене, запоминании последовательностей и способностей манипуляции с объектами в последовательностях является перспективным в разных сферах. Однако ограничениями ТДП является ее базирование на концепции того, что происходит работа только с визуальным (сенсорным) восприятием сцен, а также конкретными пространствами признаков. Для реализации большого числа признаков необходимо увеличивать размерность метрических пространств, что приведет к созданию нейронной сети из нескольких сотен нейронов.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Ushakov I., Bogomolov A., Dragan S., Soldatov S. (2021) Technology for Predictive Monitoring of the Performance of Cyber-Physical System Operators Under Noise Conditions. In: Kravets A.G., Bolshakov A.A., Shcherbakov M. (eds) Society 5.0: Cyberspace for Advanced Human-Centered Society. Studies in Systems, Decision and Control, vol 333. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-63563-3\\_21](https://doi.org/10.1007/978-3-030-63563-3_21).
2. Buldakova T.I., Suyatinov S.I. Assessment of the State of Production System Components for Digital Twins Technology (2020) In: Kravets A., Bolshakov A., Shcherbakov M. (eds) Cyber-Physical Systems: Industry 4.0 Challenges. Studies in Systems, Decision and Control, vol. 259. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-030-32579-4\_20.

3. Kridalukmana R., Lu H.Y., Naderpour M. (2020) A supportive situation awareness model for human-autonomy teaming in collaborative driving. *Theoretical Issues in Ergonomics Science* 21(6), pp. 1-26. DOI: 10.1080/1463922X.2020.1729443.
4. Зо Л.Хт., Суятинов С.И. Формирование ситуационной осведомленности на основе ментальных моделей при управлении сложными техническими объектами // *Математические методы в технологиях и технике*. 2021. № 2. С. 135-138.
5. Zaw L.T., Suyatinov S.I. Formation of Situational Awareness Based on Mental Models in the Controlling Complex Technical Objects. In: Kravets A.G., Bolshakov A.A., Shcherbakov M. (eds) *Society 5.0: Human-Centered Society Challenges and Solutions. Studies in Systems, Decision and Control*, 2022, vol 416, pp. 341-349. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-95112-2\\_28](https://doi.org/10.1007/978-3-030-95112-2_28).
6. Суятинов С.И., Булдакова Т.И., Вишневская Ю.А. Синергетическая модель ситуационной осведомленности человека-оператора в эргатических системах управления подвижными объектами // *Мехатроника, автоматизация, управление*. 2022. №6. С. 302-306.
7. Суятинов С.И., Булдакова Т.И., Вишневская Ю.А. Построение модели ситуационной осведомленности человека-оператора на принципах синергетики // *Математические методы в технологиях и технике*. 2021. № 9. С. 92-96. DOI: 10.52348/2712-8873\_ММТТ\_2021\_9\_92.
8. Buldakova T.I., Suyatinov S.I. Biological Principles of Integration Information at Big Data Processing // 2019 International Russian Automation Conference (RusAutoCon), Sochi, Russia, 2019, pp. 1-6. doi: 10.1109/RUSAUTOCON.2019.8867710.
9. Sandamirskaya Yu., Schneegans S., Schöner G. (2014). Dynamic Field Theory: Conceptual foundations and applications to neuronally inspired cognitive and developmental robotics. In: *Joint IEEE International Conferences on Development and Learning and Epigenetic Robotics*, pp. 4-5. DOI: 10.1109/DEVLRN.2014.6982943.

**УДК 004**

***Таренко Л.Б. Федорова О.В.***

*1.Канд. пед. наук, доцент, декан факультета ИТ,  
УВО «Университет управления «ТИСБИ», г. Казань*

*2.Канд. пед. наук, доцент, проректор по цифровой трансформации, зав. кафедрой  
факультета ИТ, УВО «Университет управления «ТИСБИ», г. Казань*

## **КЛЮЧЕВЫЕ АСПЕКТЫ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

В статье рассматривается понятие «цифровая трансформация» и ее значимость для развития Российской Федерации. Приведено использование данного термина в официальных документах и указах, а также определение конкретных задач и целей, связанных с цифровой трансформацией. Акцентируется внимание на необходимости развития цифровой культуры и создании инновационных образовательных программ. В статье подчеркивается важность соблюдения требований ФГОС и ориентации на требования рынка труда в цифровой экономике при подготовке специалистов. Также упоминается роль практической подготовки студентов и их участие в производственных практиках, которые способствуют формированию необходимых компетенций. Статья представляет интерес для тех, кто интересуется развитием цифровой экономики и ее влиянием на сферу образования.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** цифровизация, цифровая трансформация, цифровые компетенции, образование.



В апреле 2020 года в нормативно-правовом пространстве появилось первое неофициальное употребление термина «цифровая трансформация», которое произошло в контексте проекта будущего постановления Правительства Российской Федерации от 10.10.2020 № 1646. В данном проекте термин использовался не самостоятельно, а в составе понятия «ведомственная программа цифровой трансформации».

В указе Президента Российской Федерации от 21.07.2020 № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года», был официально представлен термин «цифровая трансформация» как одна из основных целей. В указе не было дано точного определения для этого термина, он был использован исключительно в качестве фиксированной концепции.

Фактически, данный термин заменил предыдущее понятие «цифровая экономика», представленное в указе Президента Российской Федерации от мая 2018 года. Согласно данному указу, были установлены следующие целевые показатели для достижения национальных целей к 2030 году в рамках «цифровой трансформации»:

- Повышение уровня цифрового развития в ключевых отраслях экономики и социальной сферы;
- Цифровизация массовых социально значимых услуг до 95%;
- Обеспечение широкополосным доступом к сети Интернет для домохозяйств до 97%;
- Увеличение инвестиций в отечественные решения в области информационных технологий [1].

Для обеспечения экономики компетентными кадрами, правительственная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» в качестве приоритета также включает в себя поступательное развитие текущей системы образования.

Основной целью цифровой трансформации Университета является реинжиниринг бизнес-процессов вуза с применением цифровой экономики, направленный на оптимизацию ресурсов, ускорение выполнения рутинных задач и повышение качества образовательного процесса для всех участников.

В рамках данной цели были определены следующие задачи:

- Улучшение уровня цифровой грамотности ППС с учетом требований цифровой экономики;
- Создание индивидуализированной образовательной программы для студентов, объединяющей стандарты ФГОС и профессиональные навыки;
- Оптимизация процесса электронного документооборота;
- Разработка инновационного цифрового учебного материала;
- Развитие информационно-технологической инфраструктуры Университета [2].

В процессе подготовки современных специалистов вузу необходимо соблюдать требования Федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС) по соответствующим направлениям подготовки и ориентироваться на трудовые функции и задачи Профессиональных стандартов, рекомендованных ФГОС ВО. И не менее важной при подготовке востребованных специалистов является задача постоянного мониторинга обновляющихся требований рынка труда и своевременная ориентация на те профессиональные умения и навыки, владение

которыми ожидают от выпускников реальные работодатели в условиях цифровой экономики (рис.1,2) [3].



Рис. 1 – Бизнес-процесс подготовки востребованного выпускника для цифровой экономики

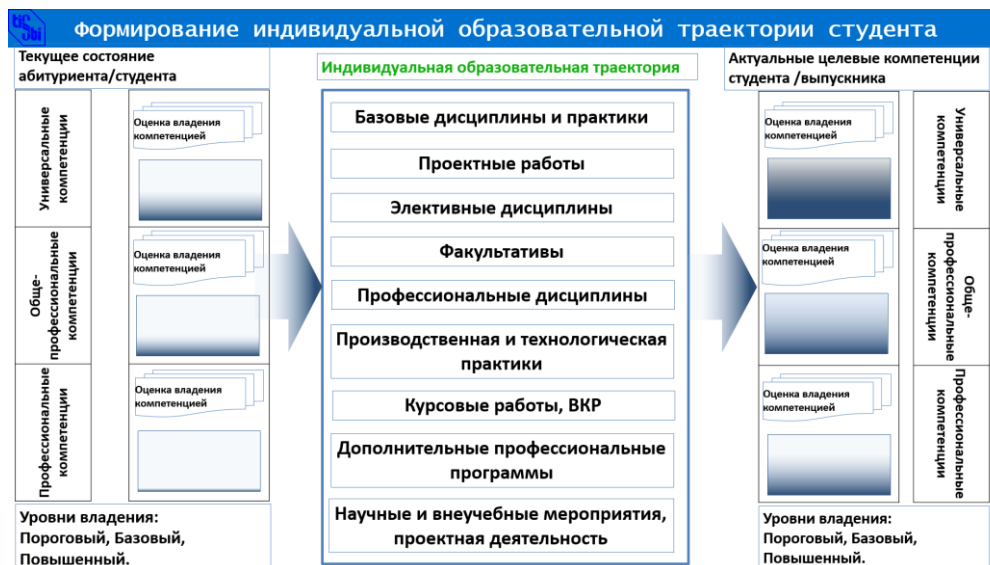


Рис. 2 – Формирование индивидуальной образовательной траектории студента

В процессе освоения основных образовательных программ особое внимание уделяется практической подготовке студентов, которая организуется путем непосредственного выполнения обучающимися определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью, в том числе при прохождении практики.

Практика проходит в компаниях – индустриальных-партнерах вуза, позволяет вырабатывать у студентов практические навыки и способствуют комплексному формированию компетенций. В частности, проходя производственную (преддипломную) практику, студенты овладевают навыками, связанными с

написанием технического задания, моделированием бизнес-процессов, разработкой автоматизированных систем управления и сервисов, технической поддержкой, внедрением систем и т.д. Типы практик выбираются из перечня, представленного в ФГОС ВО по соответствующим направлениям подготовки (рис.3) [4].



Рис. 3 – Виды практик

В рамках курсового проектирования и выполнения выпускных квалификационных работ также происходит взаимодействие с индустриальными партнерами вуза, что обеспечивает актуальность и практикоориентированность подготовки студентов, повышает качество образования.

Увеличивается число часов на изучение и применение в учебном процессе отечественной платформы «1С: Предприятие» (рис.4) [5].

**Дисциплина «Информационные технологии в анализе инвестиционных проектов»**

Выполнение курсовой работы

*Цель работы:* получение навыков разработки прикладного решения на платформе «1С: Предприятие», включая создание набора собственных объектов.

**Требования к работе:**

- 1 Полная реализация прикладного решения для всех элементов реализуемой структуры: справочники, перечисления, документы, регистры сведений, регистры накопления, отчеты.
- 2 Возможность сохранения всей структуры во внешнем файле.
- 3 Наличие модуля, демонстрирующего все возможности созданного прикладного решения и обладающего удобным оконным пользовательским интерфейсом
- 4 Язык и среда разработки – «1С: Предприятие»

Рис. 4 – Требования к выполнению курсовой работы на платформе «1С: Предприятие».

Заключительным этапом обучения является подготовка и выполнение студентами выпускной квалификационной работы. В процессе выполнения ВКР студент применяет и демонстрирует приобретенные знания, умения и навыки в решении конкретной прикладной задачи по проектированию и реализации объектов профессиональной деятельности.

Содержание, темы и требования к ВКР согласуются с представителями работодателей. Защита выпускных квалификационных работ осуществляется в присутствии специалистов-практиков, которые могут оценить сформированность у выпускников компетенций, востребованных в будущей профессиональной деятельности [6].

Таким образом, современное высшее образование невозможно без цифровой трансформации самой образовательной организации.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Программа "Цифровая экономика Российской Федерации" (первая редакция). - URL: <https://government.ru> (дата обращения: 20.10.2023). - Текст: электронный.
2. Пролетарский А.В., Особенности образовательных программ для подготовки кадров цифровой экономики / Пролетарский А.В., Булдакова Т.И., Ланцберг А.В. // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. 2023. № 2. С. 42-51.
3. Федорова О.В. Формирование профессиональных компетенций у студентов факультета информационных технологий в условиях цифровой экономики / О.В. Федорова, Л.Б. Таренко // Вестник Университета управления "ТИСБИ". 2021. № 3. С. 78-84.
4. Федорова О. В. Проектная деятельность студентов, как основа современной подготовки ИТ специалистов / О. В. Федорова // Образовательные технологии и общество. – 2017. – Т. 20. – № 2. – С. 323-328.
5. Таренко Л.Б. Из опыта подготовки бакалавров ИТ-направлений в условиях применения профессиональных стандартов / Л.Б. Таренко // Научно-информационный журнал Вестник «ТИСБИ», №1, Казань: издательский центр Университета управления "ТИСБИ", 2020. - 192 с., С. 69-74.
6. Козин А.Н., Применение цифровых технологий в рамках преподавания профильных дисциплин / Таренко Л.Б., Козин А.Н. // В сборнике: Наука, образование: современные цифровые технологии формирования экосреды инновационного развития региона в условиях системных преобразований. Материалы национальной научно-практической конференции. В 2-х частях. Под редакцией А.Н. Грязнова, А.М. Найда. Казань, 2022. С. 176-180.

УДК 004.853

*Федяев О.И., Балабан А.Д.*

1. *к.т.н., доцент, доцент кафедры программной инженерии Донецкого национального технического университета, Донецк*
2. *магистр, Донецкий национальный технический университет, Донецк*

#### ОЦЕНКА СООТВЕТСТВИЯ НАВЫКОВ КАНДИДАТОВ ТРЕБОВАНИЯМ РАБОТОДАТЕЛЯ ПУТЁМ СМЫСЛОВОГО АНАЛИЗА ТЕКСТОВ РЕЗЮМЕ МЕТОДАМИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

В статье решена задача смыслового анализа текста резюме кандидата, претендующего на вакантную должность. Разработан алгоритм и программа компьютерной обработки

русскоязычного резюме на соответствие кандидата конкретным требованиям фирмы. Нейросетевая модель выбрана с помощью метрик Loss, ROC AUC и F1. Исследования качества обученных языковых моделей проведены на примере распределения вакантных должностей в трёх IT-компаниях по результатам интеллектуального анализа резюме кандидатов.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** Смысловый анализ текстов, текст резюме, машинное обучение, языковая модель, нейронная сеть, Python

## **Введение**

В активно развивающихся компаниях всегда существует потребность в квалифицированных сотрудниках. Однако подбор подходящих кандидатов среди выпускников вузов может занимать значительное количество времени и ресурсов. Жизнь показывает, что и для кандидатов, число которых ежегодно растёт, поиск работы стал более утомительным, чем когда-либо. Для облегчения этого процесса создаётся агентно-ориентированная система, во-первых, для оценивания (прогнозирования) методами моделирования уровня профессиональной подготовки студентов по критерию, определяемому работодателем, и, во-вторых, для определения востребованности на рынке труда выпускников конкретного вуза [1]. Программному агенту этой системы, имитирующему роль менеджера по найму, вменяется в обязанность, не только проверка профессиональной компетентности студента-выпускника, но и оценка его резюме. А это задача компьютерной лингвистики, занимающейся компьютерной обработкой естественных языков (Natural Language Processing- NLP) методами машинного обучения, которые определили одну из самых востребованных технологий нашего времени.

Поэтому в данной работе ставится задача разработать алгоритмы машинного обучения и оценить их эффективность на задаче смыслового анализа текста резюме соискателя. Естественно, оценка резюме не ограничивается только проверкой орфографии, а должна использовать новые технологии искусственного интеллекта (ИИ) для анализа естественного русского языка на предмет наличия у соискателя необходимых профессиональных навыков, умений, уровня образования, опыта работы, названия должности и других важных аспектов, на которые обращают внимание рекрутеры и менеджеры по найму.

В настоящее время создано много сервисов для проверки резюме кандидатов с использованием ИИ, в частности с помощью нейронных сетей. Одним из первых на российском рынке систем отслеживания заявителей (ATS) был сервис GoRecruit [2]. Это самостоятельный сайт с платными услугами по оценке рейтинга кандидата с помощью нейросетевого анализа его резюме. Бесплатные услуги с интеллектуальным анализом резюме оказывает отечественное приложение CheckCV. Но этот сервис создан недавно и работает пока с англоязычными текстами [3]. Создание и оценка резюме с помощью современного чат-бота GPT4 реализована на сайте Resumecheck [4]. Характеристика 12 лучших иностранных сервисов для создания и проверки резюме приводится в обзоре [5], в [6] описаны топовые инструменты на основе ИИ. К этому классу можно отнести системы ResumeCheck и Ai Resume Checker. Все они платные. Одной из самых продвинутых и популярных бесплатных систем, основанной на ИИ, является Resume Worded [7].

Анализ показывает, что созданные на основе ИИ системы оценки резюме представляют собой самостоятельные web-приложения, каждое из которых не

может использоваться как компонент в вышеупомянутой системе моделирования трудоустройства студентов [1]. В этой связи в данной работе рассматривается разработка и исследование самостоятельных алгоритмов и программных средств, которые могут с ней интегрироваться.

## 1. Функциональная схема системы моделирования оценки качества резюме

Объектом разработки является система интеллектуального анализа неструктурированного текста и классификации результатов анализа на примере резюме выпускника вуза. Система должна быть удобной платформой для проведения различных экспериментов, связанных с выбором и подключением различных языковых моделей на основе нейронных сетей, их обучением разными стратегиями. Она должна предоставлять возможность загружать и аннотировать многочисленные тексты требуемых фирмой компетенций и тексты резюме претендентов на вакантные должности. Функциональная схема такой системы представлена на рис.1.

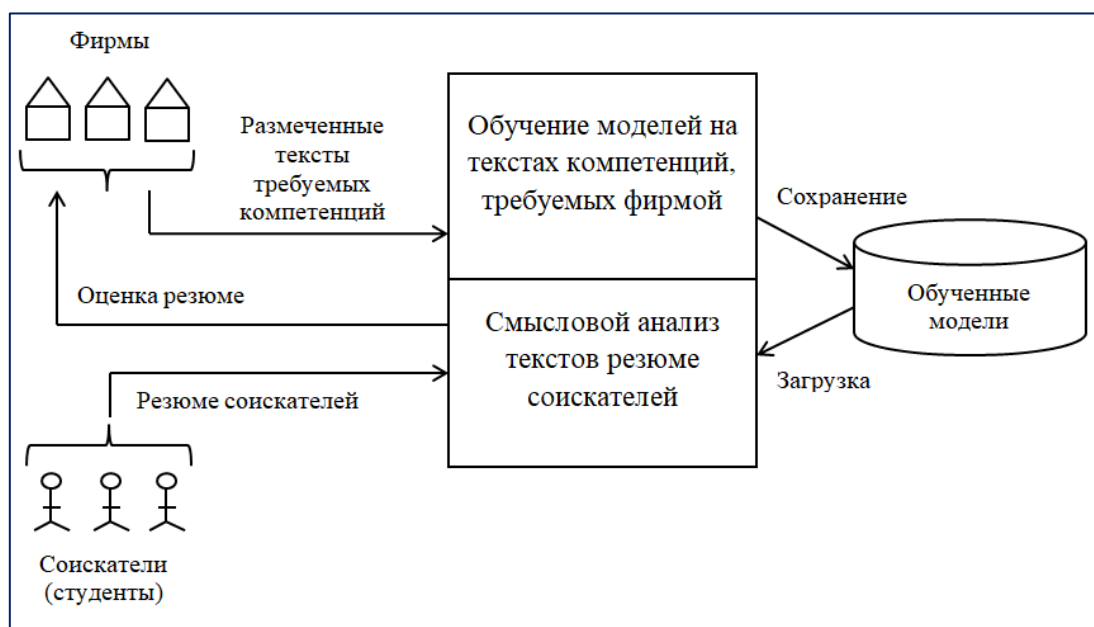


Рис. 1 – Функциональная схема системы для оценки соответствия навыков кандидата требованиям работодателя

Данная концепция системы позволяет обучать выбираемые языковые модели на размеченных текстах требуемых фирмой компетенций, сохранять их, вводить тексты резюме соискателей и проводить смысловой анализ резюме на соответствие кандидата конкретным требованиям фирмы.

## 2. Выбор языковой модели на основе метрик обучения

Для эффективного решения задачи классификации резюме были рассмотрены несколько популярных нейросетевых моделей с сайта Hugging Face, которые основаны на предобученных языковых моделях [8]. Критерии выбора моделей включали в себя следующие аспекты: языковая поддержка, размер модели, предварительное обучение модели. Языковой аспект учитывал возможность модели работать с множеством языков. Размер модели влияет на требуемые вычислительные ресурсы и скорость работы модели, а размер обучающих корпусов текстовых данных определяет способность нейросети к обобщению при обработке

естественного языка. На основе этих критериев были выбраны следующие 6 моделей для сравнения: rubert-tiny; rubert-tiny2; distilbert-base-multilingual-cased; bert-base-multilingual-cased; DeepPavlov/rubert-base-cased; xlm-roberta-base.

Для оценки качества моделей и сравнения их производительности были использованы следующие метрики: loss, ROC AUC, F1. Тестовое обучающее множество текстовых данных содержало 100 записей, из которых 15 имели метку 1 (хорошие резюме), а остальные 85 имели метку 0 (плохие резюме). Итоговые результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1. Метрики на тестовой выборке

Модель	Loss	ROC AUC	F1
rubert-tiny	0.596	0.743	0.558
rubert-tiny2	0.269	0.964	0.859
distilbert-base-multilingual-cased	0.571	0.749	0.602
bert-base-multilingual-cased	0.575	0.767	0.583
DeepPavlov/rubert-base-cased	0.481	0.801	0.591
xlm-roberta-base	0.071	0.995	0.979

Для мониторинга и лучшего понимания работы рассмотренных моделей машинного обучения использовалась визуализация процесса обучения инструментом TensorBoard [9]. Предоставляемые им графики и диаграммы, позволили анализировать изменение метрик во время обучения и оценивать качество моделей. Например, на рис. 2 приведены графики изменения метрики loss в процессе обучения нейромоделей.

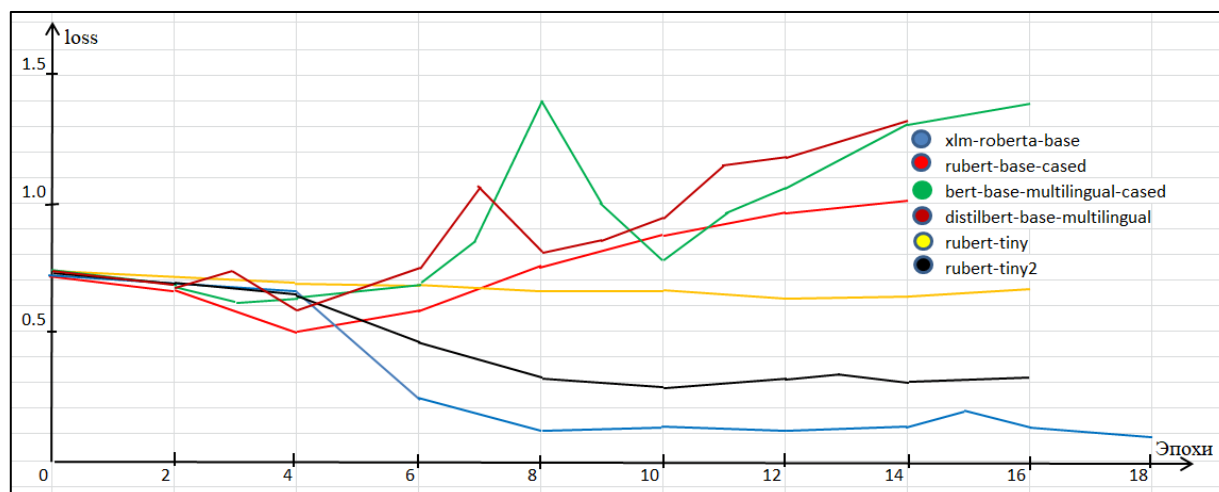


Рис. 2 - Изменение метрики loss во время обучения языковых моделей

Аналогично были построены графики изменения других метрик. На основе полученных данных сделаны следующие выводы:

– модель "xlm-roberta-base" показывает лучшие результаты по всем метрикам, имея наименьшее значение функции потерь (0.071), наивысший показатель ROC AUC (0.995) и наивысшее значение F1-меры (0.979). Это указывает на высокое качество предсказаний этой модели;

– модель "rubert-tiny2" также демонстрирует хорошие результаты с низким значением функции потерь (0.269), высоким показателем ROC AUC (0.964) и высоким значением F1-меры (0.859);

– остальные модели показывают средние результаты по сравнению с предыдущими моделями.

Следовательно, для поставленной задачи по критериям рассмотренных метрик лучше всего подходят модели "xlm-roberta-base" и "rubert-tiny2".

При окончательном выборе модели также учитывался баланс между временем обучения и потреблением памяти. Наилучшей будет такая модель, которая позволяет достичь необходимой точности предсказаний в разумные сроки обучения и может работать на доступном аппаратном обеспечении без серьезных ограничений на память. Исследования проводились на компьютере с процессором Ryzen 7 2700, 32 ГБ оперативной памяти и видеокартой RTX 3050.

Сравнение длительности обучения и потребляемой памяти моделями показано на рис. 3.

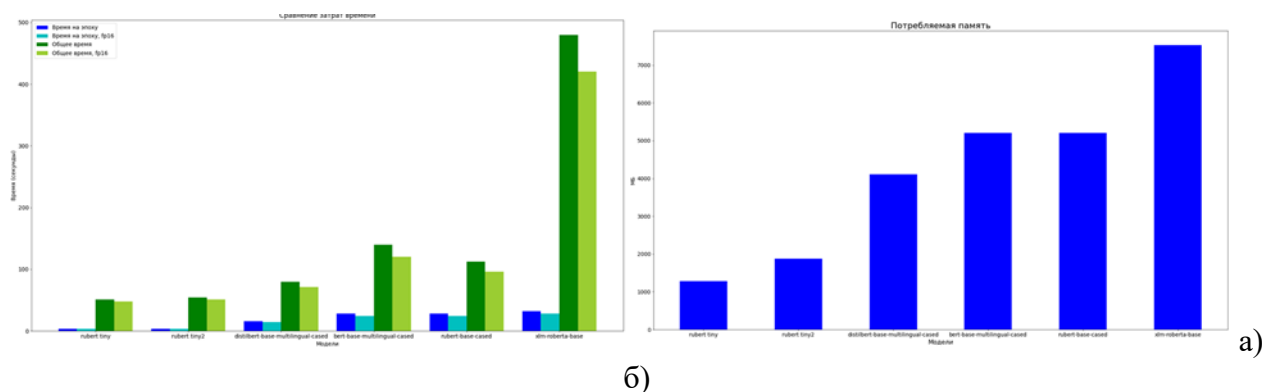


Рис. 3 - Сравнение моделей на тестовом наборе текстовых резюме (по горизонтали модели располагаются в порядке их перечисления): а) – по длительности обучения; б) – по потребляемой памяти

Следовательно, модели "tiny\_bert" и "tiny\_bert2" являются наименее требовательными по времени на одну эпоху и потреблению памяти. Модель "xlm-roberta-base" требует больше всего времени на эпоху и имеет более высокое потребление памяти. Остальные модели в среднем имеют одинаковые показатели.

В заключении исследовалась зависимость качества нейромодели от размера обучающего набора данных. Качество оценивалось по значениям метрик loss, ROC AUC, F1 при разных объёмах датасет, например, на рис. 4 показана зависимость метрики loss от размера набора данных.



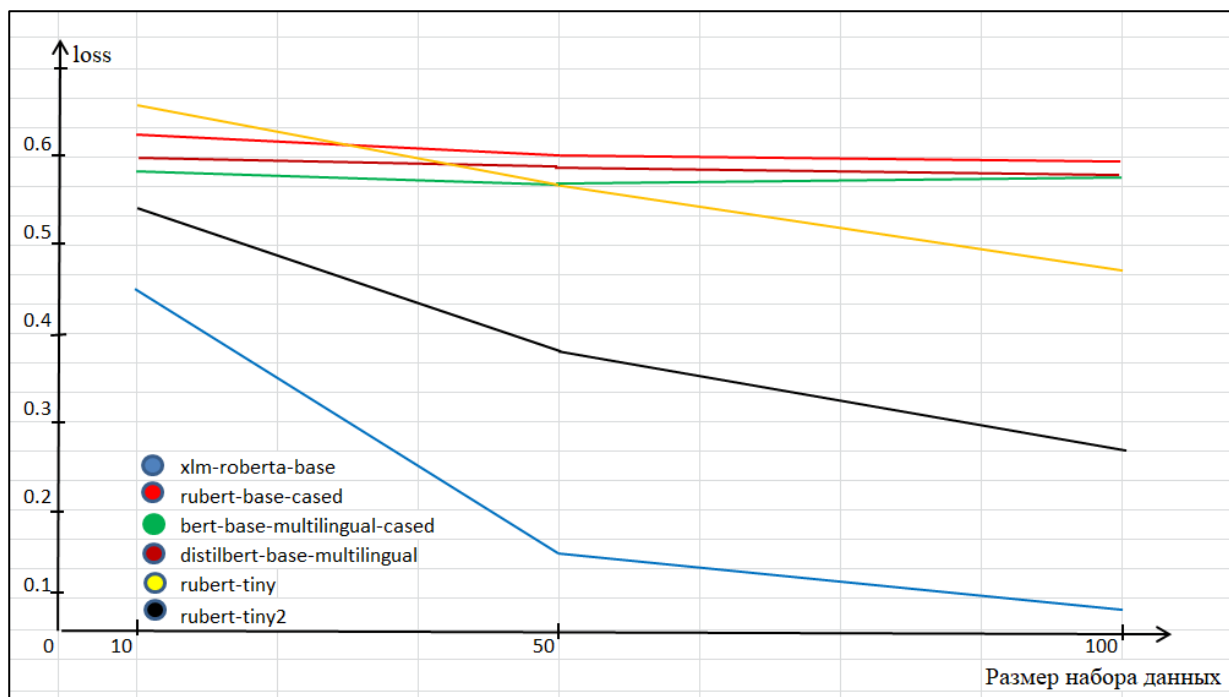


Рис. 4 – Зависимость метрики loss от размера набора данных

На основе полученных данных сделаны следующие выводы: модель "xlm-roberta-base" (нижний график) демонстрирует лучшее качество по сравнению с другими моделями на всех трёх размерах набора данных.

Таким образом, наилучшее сочетание качества и затрат ресурсов показали следующие две модели: "xlm-roberta-base" и "rubert-tiny2". Предпочтение было отдано первой модели, т. к. она показывает лучшее качество, свидетельствующее о высокой точности и её способности обобщать информацию, что важно для хорошей классификации.

### 3. Компонентное представление системы анализа резюме и её обучение

При реализации системы использовался набор технологий для обеспечения эффективного и точного анализа резюме с использованием методов обработки естественного языка и машинного обучения [10]. Применяемые технологии: язык программирования Python, библиотеки PyTorch, Transformers, scikit-learn, TensorBoard и pandas.

Система анализа процесса классификации резюме построена в виде двух основных компонент: веб-сервера, реализованного с помощью библиотеки Streamlit, и сервера управления моделями, реализованного с помощью фреймворка Fastapi (см. рис.5). Архитектура в виде онлайн-платформы облегчает и ускоряет проведение экспериментов с большим количеством текстов.

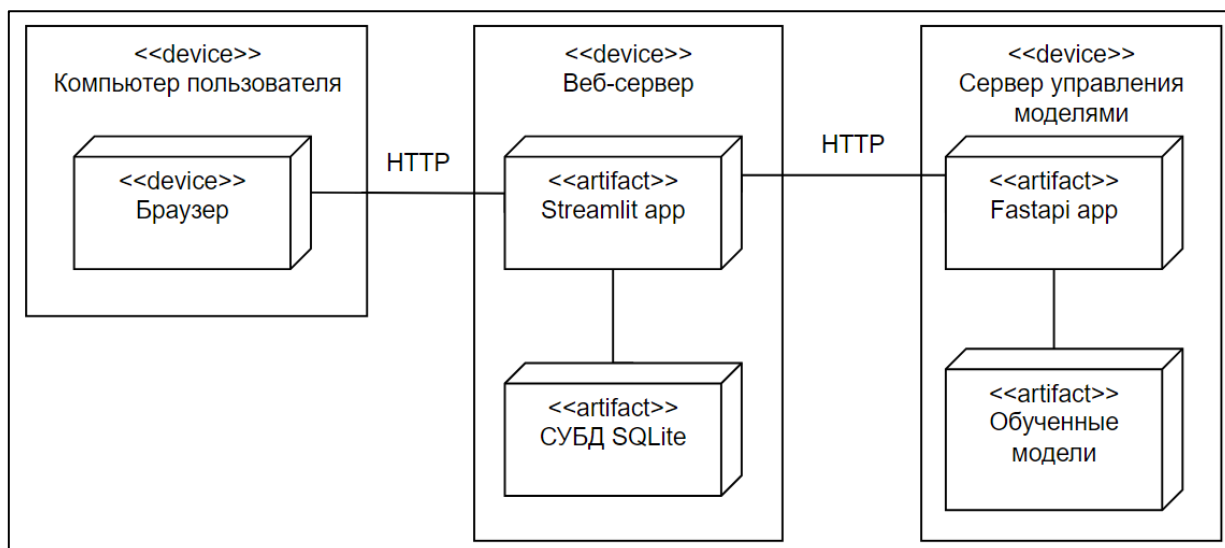


Рис. 5 - Диаграмма развёртывания клиент-серверного варианта системы анализа резюме

В качестве меры расхождения между предсказаниями модели и фактическими значениями использовалась функция потерь CrossEntropyLoss, которая вместе с функцией активации Softmax преобразует выходы модели в вероятностное распределение по классам. Это позволяет модели учиться предсказывать вероятности классов, а не только принимать решение о наиболее вероятном классе.

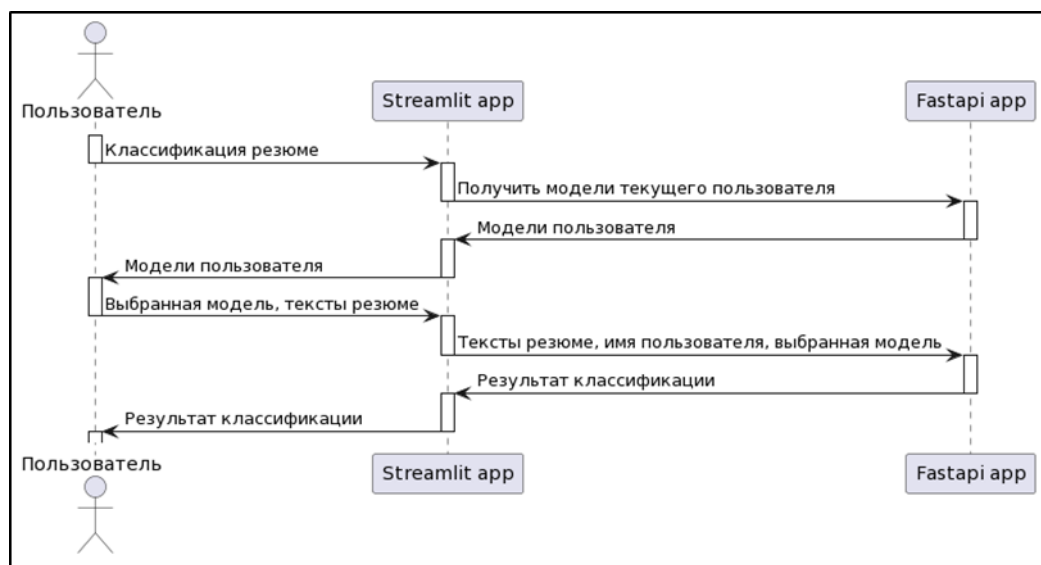


Рис. 6 – Диаграмма последовательности сценария «Классификация резюме»

Веб-сервер предоставляет меню для загрузки и разметки резюме, обучения модели, а также классификации резюме в соответствии с диаграммой последовательности на рис. 6. Загрузка файлов резюме возможна с локальных устройств, после чего они маркируются и сохраняются для обучения (рис. 7). Сервер управления моделями отвечает за обучение нейронной сети и дальнейшее использование модели для классификации новых резюме. Связь между веб-сервером и сервером управления моделями устанавливается с помощью протокола HTTP.

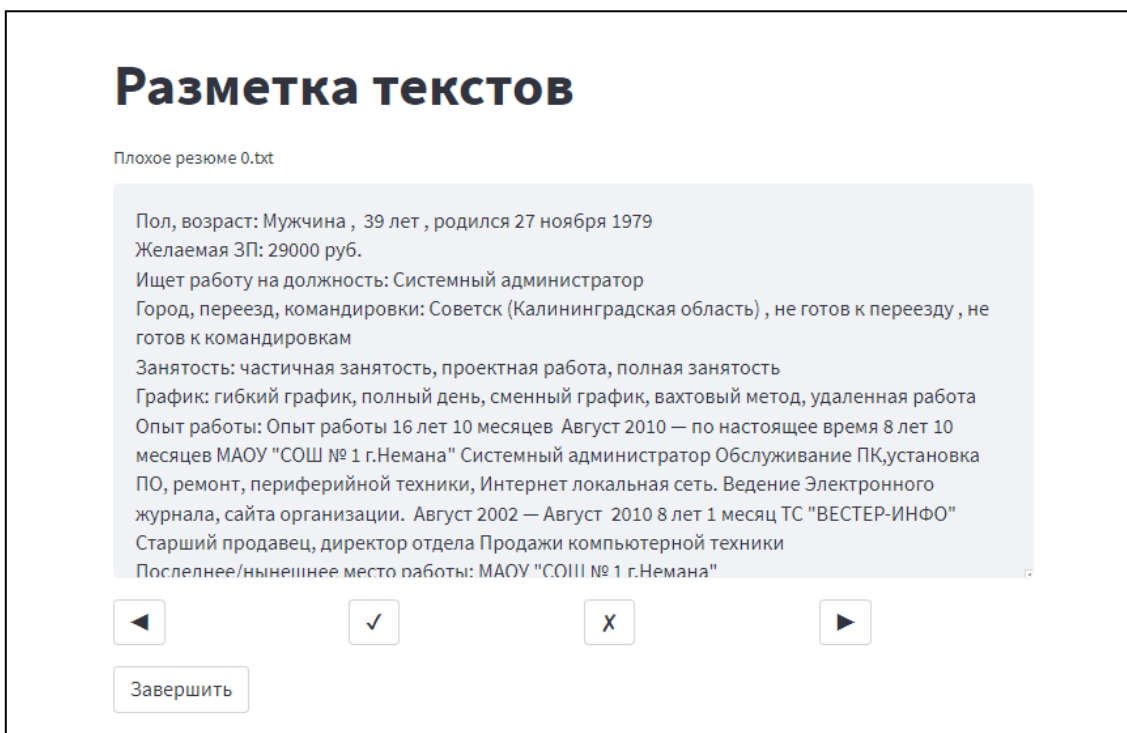


Рис. 7 – Разметка резюме

#### 4. Оценка соответствия навыков кандидатов требованиям работодателя

В экспериментах участвовали три различных компаний с разными требованиями к вакансиям: компания А, ищущая frontend-разработчика; компания В, ищущая Java-разработчика; компания С, ищущая Data Scientist'a. Каждая компания подготовила и разметила тексты требований к профессиональным компетенциям с учётом направления её деятельности. На подготовленных датасетах требований фирм обучили три языковые модели.

Далее были сформированы три резюме, каждое из которых соответствовало одной из вакансий в компаниях А, В и С. Далее каждое резюме стало объектом для смыслового анализа соответствующей моделью фирмы, которая фактически имитировала роль менеджера по отбору кадров. В результате проведения трёх серий экспериментов (каждой компании были представлены все три резюме) получены 9 оценок вероятностей о соответствии резюме соискателя требованию фирмы, которые приведены в таблице 2.

Таблица 2. Прогнозные результаты классификации соискателей на вакантные места в трёх компаниях

№ соискателя	Начальный фрагмент текста резюме соискателя	Прогнозные значения вероятностей принятия соискателя работать на фирме		
		Компания А вакансия Fronted- разработчика	Компания В вакансия Java- разработчика	Компания С вакансия Data Scientist
1	<u>Пол, возраст:</u> мужчина, 27 лет <u>Желаемая ЗП:</u> 120000 руб. <u>Технические навыки:</u> программирование на HTML5, CSS3, JavaScript, Angular, ...	0,885	0,095	0,067

	<u>Образование:</u> высшее, Уфимский гос. авиационный техн. университет ...			
2	<u>Пол, возраст:</u> мужчина, 29 лет <u>Желаемая ЗП:</u> 80000 руб. <u>Технические навыки:</u> программирование на Java (Servlet, JSP), CoreJava, пакеты UML, ... <u>Образование:</u> неоконченное высшее ...	0,202	0,880	0,097
3	<u>Пол, возраст:</u> женщина, 23 года <u>Желаемая ЗП:</u> 80000 руб. <u>Технические навыки:</u> программирование на Matlab, Python, LabView, numpy, ... <u>Образование:</u> неоконченное высшее ...	0,074	0,076	0,943

Значения вероятностей о соответствии резюме соискателя требованию фирмы визуально представлены в виде столбчатой диаграммы на рис. 8.

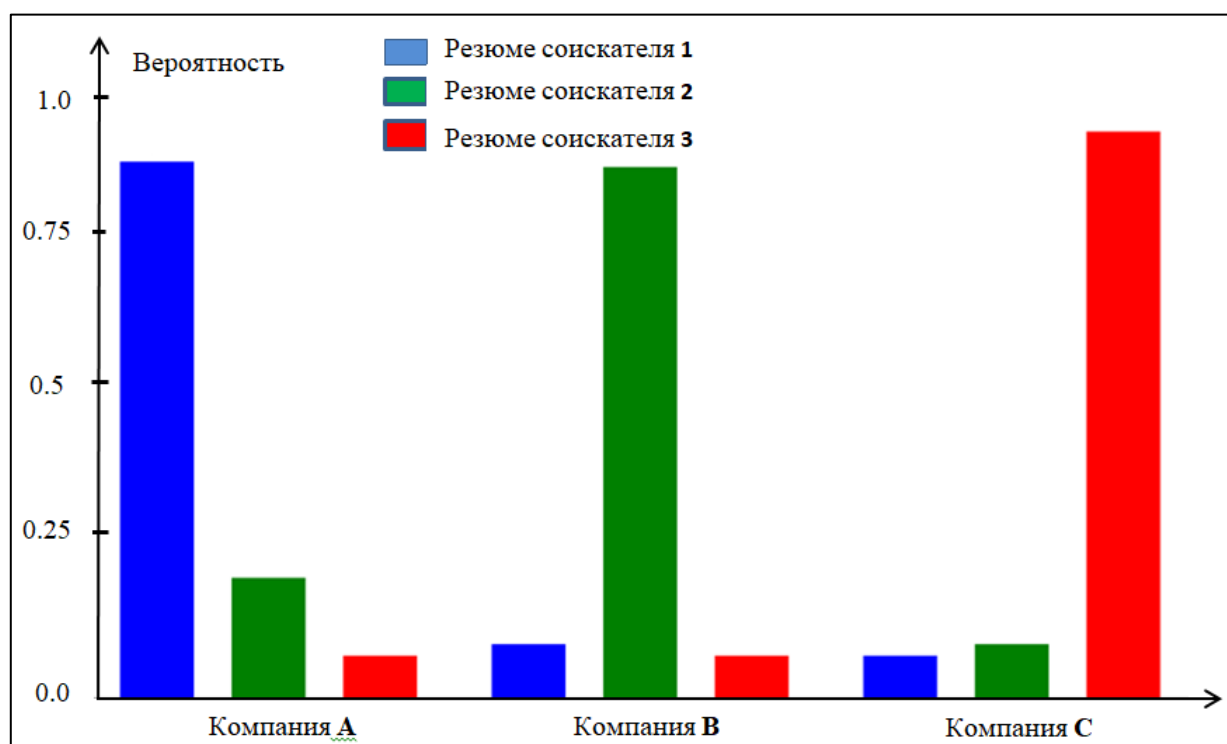


Рис. 8 – Диаграмма распределения уровня соответствия резюме соискателей требованиям фирм

Если в таблице 2 обратить внимание на пункт «Технические навыки» в каждом фрагменте текста резюме, то при классификации обученные модели фирм правильно отдали предпочтение тем кандидатам, которые владеют ИТ-технологиями, отвечающими профилю фирмы. Например, обученная модель компании А, которой требуется frontend-разработчик, правильно выбрала соискателя с навыками языков HTML, JavaScript (вероятность 0,885).

## **Выводы**

В работе проведен анализ существующих систем оценки текста резюме. Анализ показал, что созданные на основе ИИ коммерческие системы представляют собой закрытые web-приложения, каждое из которых не может использоваться как компонент в создаваемую систему моделирования трудоустройства студентов. Поэтому в работе рассматривается разработка и исследование авторских алгоритмов и программных средств, которые могут с ней интегрироваться.

Предложена функциональная схема системы, предназначенной для удобного проведения различных экспериментов, связанных с выбором и подключением различных языковых моделей на основе нейронных сетей и с их обучением.

Выбор базовой языковой модели для качественного решения задачи классификации осуществлён с помощью метрик loss, ROC AUC, F1. Для мониторинга и лучшего понимания работы рассмотренных моделей машинного обучения использовалась визуализация процесса обучения в виде графиков изменения значений метрик. При окончательном выборе модели также учитывался баланс между временем обучения и потреблением памяти.

Описанная концепция смыслового анализа резюме реализована в виде программной системы с использованием современных технологий. Предложенный web интерфейс позволяет пользователям обучать нейронную сеть на основе собственных предпочтений и требований к кандидатам. Система обрабатывает загруженные резюме, анализирует их содержание и получает оценки соответствия кандидатов по их резюме к заявленным требованиям на основе заранее обученных моделей.

Результаты экспериментов показали, что обученные модели демонстрирует хорошую точность при классификации резюме в соответствии с требованиями различных компаний. Следует отметить, что эффективность модели может варьироваться в зависимости от конкретной вакансии и требований компании. Дальнейшее развитие может включать улучшение модели, путём добавления большего количества данных, включения новых признаков и оптимизации алгоритмов.

## **ЛИТЕРАТУРА:**

1. Медгаус С.В., Федяев О.И. Мультиагентный подход к задаче коллективного выбора компромиссного варианта распределения студентов на фирмы // Шестнадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2018, Труды конференции. В 2-х томах. Т.1. – М.: РКП, 2018 – С.124-131.
2. GoRecruit - Сервис проверки кандидатов по резюме для HR [Электронный ресурс] // GoRecruit. – Режим доступа: <https://gorecruit.ru/resume>
3. CheckCV - Сервис оценки резюме на основе AI [Электронный ресурс] // CheckCV. – Режим доступа: <https://vc.ru/tribuna/360229-checkcv-servis-ocenki-rezyume-na-osnove-ai?ysclid=lom0d2lhqg357700128>
4. Проверка и составление резюме с помощью искусственного интеллекта [Электронный ресурс] // [resumecheck.net](https://resumecheck.net/). – Режим доступа: <https://resumecheck.net/>
5. 12 лучших программ для проверки резюме для выявления лучших талантов [Электронный ресурс] // Squeeze Growth. – Режим доступа: <https://squeezegrowth.com/ru/best-resume-scanning-software/?ysclid=lom1fq13m2463993000>

6. Топ-4 инструмента оценки резюме с помощью искусственного интеллекта [Электронный ресурс] // Кадровое агентство IT and Digital. – Режим доступа: <https://itanddigital.ru/bloghrconsulting/tpost/11dxmlf8n1-top-4-instrumenta-otsenki-rezyume-s-pomo?ysclid=lom20syeks141729353>
7. Оцените мое резюме - бесплатная проверка резюме [Электронный ресурс] // Resume Worded. – Режим доступа: <https://resumeworded.com/score>
8. The AI community building the future. [Электронный ресурс] // Hugging Face. – Режим доступа: <https://huggingface.co/>
9. Использование TensorBoard для визуализации [Электронный ресурс] // Resume Worded. – Режим доступа: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/cognitive-toolkit/using-tensorboard-for-visualization>
10. Хобсон Лейн, Ханнес Хапке, Коул Ховард. Обработка естественного языка в действии. – СПб.: Питер, 2020. – 576 с.

УДК 334.012

*Тенорио Хосе Леонардо Лопес*

*Аспирант, Форма обучения: очная, Год обучения 2-й год*

*Научный руководитель: Уринцов А.И., д.э.н., проф., РЭУ им. Г. В. Плеханова*

## **НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ВЛИЯНИЯ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ СТРАН ЛАТИНСКОЙ АМЕРИКИ И КАРИБСКОГО БАССЕЙНА**

в этой статье сделаем общий обзор новых цифровые технологии с точки зрения цифрового развития и того влияния, которое они могут оказать в различных отраслях в ближайшие годы с точки зрения создания экономической ценности, производительности, эффективности, занятости и благосостояния людей. Пандемия Covid-19 привела к тому, что информационные и коммуникационные технологии (ИКТ), Интернет вещей (IoT), робототехника и автоматизация, искусственный интеллект (ИИ), среди прочего, приобрели большое значение в экономике до мирового уровня. Ожидается, что в ближайшие годы использование технологий может повысить уровень производительности и эффективности различных отраслей в Латинской Америке и Карибском бассейне, эти новые технологии могут стать осями экономического развития, улучшения социальных услуг, повышения эффективности в использовании ресурсов и производстве.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** цифровое развитие, Латинская Америка и Карибский бассейн, управление ресурсами, новые технологии, секторы экономики, цифровизация.

### **Введение**

Латинская Америка и Карибский бассейн в настоящее время сталкиваются с различными экономическими и социальными проблемами. С одной стороны, она сталкивается со сложными проблемами, такими как бедность, безработица, низкая производительность и неэффективная инфраструктура; с другой стороны, ускоренный переход к цифровым технологиям, который при надлежащем управлении со стороны компаний и правительств может смягчить вышеупомянутые проблемы.

В этом смысле качество развития и конкурентоспособность региона в будущем будут определяться эффективностью, которой страны могут достичь баланса в управлении материальными и человеческими ресурсами, решении

экономических и социальных проблем и адаптации к изменениям, которые несет цифровизация.

Санитарные меры, принятые для противодействия пандемии, раскрывают важность цифровых технологий для распространения профилактических мер и обеспечения функционирования экономических систем. Сегодня большинство стран мира переживают использование мобильных приложений и информационных систем, поддерживаемых цифровыми технологиями. Эти изменения могут стать прекрасной возможностью для стран Латинской Америки и Карибского бассейна действовать и становиться сильнее за счет использования новых цифровых технологий — от мобильных приложений до более сложных моделей, поддерживаемых более прорывными технологиями, такими как дроны, платформы анализа данных, искусственный интеллект, 5G и роботы, среди прочих.

Тем не менее, структурные проблемы, связанные с решительным продвижением политики в области телездравоохранения, дистанционного образования и дистанционной работы, сохраняются. Что касается телекоммуникационной инфраструктуры и цифровой связи, то одними из самых ярких индикаторов являются экспоненциальный рост интернет-трафика (и, как следствие, необходимость для операторов поддерживать надлежащий уровень качества), важность удаленной работы и необходимость поддержания активных цепочек поставок и распределения.

### **Методология**

Цифровизация в различных секторах экономики в Латинской Америке и Карибском бассейне

В настоящее время Латинская Америка и Карибский бассейн имеют промежуточный уровень технологического развития с индексом 49,92 (по шкале от 0 до 100), что ставит регион в более передовое положение по сравнению с Африкой (35,05) и Азиатско-Тихоокеанским регионом (49,16). Однако Латинская Америка и Карибский бассейн все еще далеки от уровней, достигнутых в Западной Европе (с индексом 71,06), Северной Америке (80,85), Восточной Европе (52,90) и арабских государствах (55,54). Еще одним важным фактором является более низкий годовой темп роста, чем в других развивающихся регионах.

Как видно в графике 1, Индекс цифрового развития для Латинской Америки и Карибского бассейна представляет совокупный годовой темп роста в период с 2004 по 2022 год на уровне 6,21%. Это, за исключением арабских государств, самый низкий показатель среди развивающихся стран: Азии и Тихоокеанского региона: 9,39%, Африки: 8,27% и Восточной Европы: 6,89%. Эти результаты показывают, что промышленно развитые страны демонстрируют ежегодные темпы роста ниже, чем в странах с формирующимся рынком, что соответствует продвинутой стадии развития экосистемы: цифровизация в Западной Европе растет на 4,28% в год, а в Северной Америке — на 3,94%.

График 1. Индекс развития цифровой экосистемы (2022 г.) против Темпы роста (2004–2022 г.)



Источник: Analisis Telecom Advisory Services

Развивающиеся технологии и влияние на секторы экономики

Новые технологии обеспечивают быстрый доступ к информации, практически неограниченные знания, способствуют научной деятельности, улучшают взаимодействие между людьми, помогают создавать новые продукты и услуги и т. д. Эти технологии ускоряют время и эффективность выполнения задач, что приводит к повышению производительности и благосостояния людей.

В настоящее время новые цифровые технологии вызвали существенные изменения во всех социальных и экономических сферах. По данным Всемирного экономического форума (WEF), разработка искусственный интеллект (ИИ), создание дронов, расширение интернета вещей, внедрение блокчейна и повышение мобильности и автономности транспортных средств были технологиями с дальнейшим развитием и инноваций и, вероятно, будут играть доминирующую роль в ближайшие годы (WEF, 2020).

Таблица №1: Технологии, которые, возможно, будут внедрены к 2025 г.

Промышленность / Технологии	Искусственный интеллект	Блокчейн	Интернет вещей (IoT)	негуманоидные роботы
Сельское хозяйство	62	31	88	54
Автомобильный	76	40	82	60
Потребитель	73	41	94	52
Информационные технологии	95	72	92	61
Образование	76	61	62	59
Энергия	81	50	94	65
Финансовые услуги	90	73	88	53
Правительство и государственный сектор	65	40	79	50
Здоровье	89	72	95	56
Производство	71	41	84	79
Добыча	76	50	90	90
Нефти и газа	71	46	93	79
Профессиональные услуги	76	53	74	35
Транспорт и хранение	88	38	76	69

Источник: World Economic Forum, 2020.

С другой стороны, Всемирный экономический форум (WEF) прогнозирует, что к 2025 году использование ИИ, IoT и блокчейна станет



незаменимым в индустрии цифровой информации и связи, финансовых услуг и здравоохранения. В то время как негуманоидная робототехника (дроны, автоматизированные транспортные средства) будет широко использоваться в горнодобывающей промышленности и среднее присутствие в обрабатывающей, нефтяной и транспортной отраслях (WEF, 2020).

Согласно региональному рейтингу Индекс городов в движении (CIMI), подготовленному Business School IESE, который оценивает уровень развития 148 городов мира, Сантьяго (Чили) и Буэнос-Айрес (Аргентина) являются самыми умными городами в регион Латинская Америка и Карибский бассейн с инициативами в области мобильности, контроля окружающей среды и безопасности граждан, входящий в сотню лучших в мире (2019 г.).

Ключевым фактором развития этих городов стало внедрение новых высокоскоростных сетей мобильной связи (4G и 5G) в их государственной и частной инфраструктуре. Однако с региональной точки зрения в большей части региона покрытие сетей 2G и 3G в настоящее время составляет около 40% подключений (Joiner et al., 2021). Таким образом, первым шагом к лучшему внедрению ИКТ (информационных и коммуникационных технологий) в странах Латинской Америки и Азии является расширение услуг широкополосной связи.

Таблица №2 Региональный индекс мобильных городов

Город	Региональный рейтинг	Глобальный рейтинг 2019
Сантьяго, Чили	1	68
Буэнос-Айрес, Аргентина	2	90
Монтевидео, Уругвай	3	110
Панама-Сити, Панама	4	113
Сан-Хосе, Коста-Рика	5	114

Источник: IESE Business School, 2020

Компания GSMA Inteligencia ожидает, что к 2025 году на сеть 2G будет приходиться всего 4% подключений, а на сети 4G и 5G будет представлено более 70%. Она считает, что для достижения этой цели важно учитывать, что, хотя Латинская Америка и Карибский бассейн имеет возможность развивать мобильную широкополосную инфраструктуру, из-за более низких затрат на развертывание необходимо, чтобы правительства в сотрудничестве с частным сектором разработать планы работ, позволяющие в краткосрочной перспективе определить направления, способствующие повышению производительности отдельных компонентов цифровой экосистемы с целью расширения охвата.

Ожидается, что в Латинской Америке в период с 2020 по 2025 год будет установлено более 500 миллионов новых IoT-соединений, при этом наибольший рост произойдет на рынке умного дома. Кроме того, благодаря деятельности и альянсам операторов мобильной связи общее количество IoT-подключений в регионе будет увеличиваться ускоренными темпами, достигнув к 2025 г. почти 1,2 млрд (Kechiche & Gharibian, 2020); будучи относительно быстрорастущим на рынке корпоративного IoT (Интернета вещей), с особым увеличением внедрения

решений для интеллектуальных зданий и сооружений. Для эффективного и масштабного IoT (Интернета вещей) необходима инфраструктура, обеспечивающая подключение (Межамериканский банк развития, 2019). Параллельно, хотя и будет необходимо осуществить переход на новое оборудование и объекты, которые подключаются к Интернету, важно иметь подготовленных специалистов (WEF, 2020).

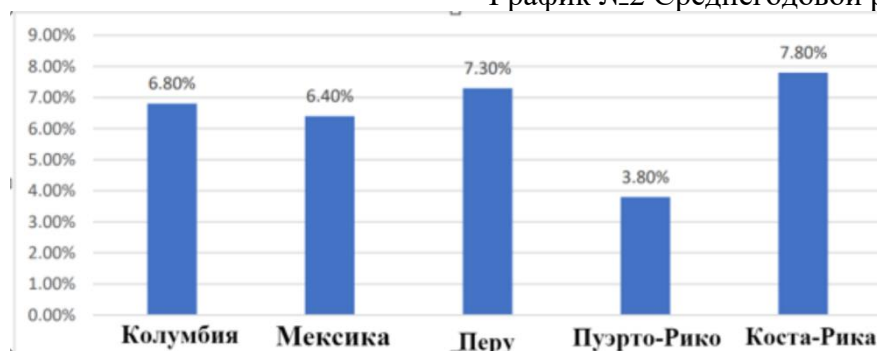
### Результаты

Для эффективного и масштабного внедрения IoT (Интернета вещей) необходима инфраструктура, обеспечивающая подключение (Межамериканский банк развития, 2019). Параллельно, хотя и будет необходимо осуществить переход на новое оборудование и объекты, которые подключаются к Интернету, важно иметь подготовленных специалистов (WEF, 2020).

С другой стороны, хотя компании и организации Латинская Америка и Карибский бассейн используют ИИ в качестве инструмента для решения некоторых структурных проблем, стоящих перед здравоохранением, образованием и социальной интеграцией что эта ситуация поднимает этические и социальные вопросы, которые могут задержать продвижение и внедрение ИИ.

Учитывая это, считается важным, чтобы компетентные органы содействовали внедрению и развитию этических рамок использования ИИ, направленных на содействие благополучию и целостности гражданского общества (ВІD, 2020). В своем отчете об искусственном интеллекте в 2020 году Межамериканский банк развития (ВІD) оценивает, что, если правительства Латинская Америка и Карибский бассейн будут активно продвигать внедрение ИИ, через десять лет они могут увеличить ВВП стран региона, достигнув уровня производительности в два или три раза выше, чем прогнозируется на следующий десятилетие (график 2).

График №2 Среднегодовой рост ВВП до 2030 г. (%)



Источник: Подготовлено из документа «Искусственный интеллект. Большие возможности XXI века. Документ размышления и предложения к действию» ВІD, 2020.

Кроме того, ожидается, что внедрение этой технологии удвоит количество высококвалифицированных работников в регионе к 2030 году, в то время как спрос на низкоквалифицированных работников сократится. Последнее особенно затронет персонал, работающий в сфере обслуживания клиентов, и работников на самых элементарных должностях в сельском хозяйстве и секторе коммунальных услуг (ВІD, 2020).

## Литература

1. World Economic Situation and Prospects 2022. [Электронный ресурс] – URL: <https://www.un.org/development/desa/dpad/publication/world-economic-situationand-prospects-2022/> (дата обращения 14.10.2023)
2. Леонардо Л.Т.Х., Экономическая наука во время кризиса // Вестник российского экономического университета ИМ. Г.В. Плеханова. вступление. Путь в науку 2022. Т. 12. № 3 (39). С. 13-21.
3. Уринцов А.И. Некоторые актуальные вопросы совершенствования системы управления субъектом экономики // [Московский государственный университет экономики, статистики и информатики](#) (москва). Статья в сборнике трудов конференции 2006 . с. 7-10. (дата обращения 16.10.2023)
4. IESE Business School. (2020). [Электронный ресурс] – URL: Índice IESE Cities in Motion. <https://media.iese.edu/research/pdfs/ST-0542.pdf> (дата обращения 17.10.2023)
5. Межамериканский банк развития (2020). [Электронный ресурс] – URL: La inteligencia artificial al servicio del bien social en América Latina y el Caribe: Panorámica regional e instantáneas de doce países. <http://dx.doi.org/10.18235/0002393> (дата обращения 19.10.2023)
6. Kechiche, S. & Gharibian, A. (2020). IoT connections forecast: the impact of Covid-19. GSMA Intelligence. <https://data.gsmaintelligence.com/research/research-2020/iot-connections-forecast-the-impact-of-covid-19> (дата обращения 19.10.2023)
7. Божко В.П., Грибанов В.П., Тельнов Ю.Ф., Дик В.В., Уринцов А.И., Федосеев С.В., Микрюков А.А., Федоров И.Г., Медведев А.В., Воронкова Т.Н., Голкина Е.Г., Макаров М.Г., Селетков С.Н., Днепровская Н.В., Павлековская И.В., Микрюков А.А., Разумов О.С., Баяндин Н.И., Диго С.М. Информационные системы и технологии // [Общество с ограниченной ответственностью "Издательство "Юнити-Дана"](#) (Москва). Учебное пособие 2012. С. 304.
8. Уринцов А.И. Устойчивое развитие экономики: опережающее управление // [Издательство Диайпи](#) (Симферополь). Монография 2013 С. 610.

## АННОТАЦИИ

*Averkin Alexey Nikolaevich, Lukyanov Andrey Nikolaevich, Yarushev Sergey Alexandrovich*

*1.PhD, Associate Professor, Leading Researcher,*

*2.Laboratory research assistant,*

*3.PhD, Associate Professor, Director,*

*Center for Advanced Research in Artificial Intelligence.*

*Plekhanov Russian University of Economics, Moscow*

### **PRACTICAL APPLICATION OF THE B-COS METHOD IN EXPLANATORY ARTIFICIAL INTELLIGENCE**

This work looks into the use of b-cos transformations as a main computational block for building vision transformers, under both computational and data constraints. To this end many regularization techniques are used in combination with specific modifications to the attention layer, resulting in both reduced computational and memory cost alongside faster convergence rates. Architectural and training principles in this paper can be applied to a variety of fields, making explainable neural networks much more accessible.

**KEY WORDS:** transformer, convolutional neural network, b-cos, explainable artificial intelligence, regularization, training robustness, learning on small datasets.

*Alchinova R.V.*

*Head of Information systems support and development department*

*Office of Information technology of the Plekhanov Russian Economic University, Moscow*

### **AUTOMATION OF DISTRIBUTION AND ACCOUNTING OF TEACHERS' WORK LOAD**

The article discusses the experience of creating an information system for automating the monthly accounting of actually developed teaching load by teachers using the example of the Plekhanov Russian Economic University. Using this program allows you to solve the issue of optimizing the time spent on preparing reporting documents.

**KEYWORDS:** Automation, teacher load distribution, information systems, actual workload, 1C.

*Albert Ekaterina Sergeevna*

*Postgraduate student, Basic Department of Digital Economics, Institute of Information*

*Society Development*

*Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia*

*e-mail: es\_kuznetsova10@mail.ru*

### **IMPROVING IT DEVELOPMENT PLANNING IN THE INTERESTS OF A FINANCIAL ORGANIZATION**

The article is devoted to the issue of improving the planning of IT developments in the organization of the financial sector by reducing labor costs for the implementation of the process of forming an IT development portfolio. The author examines the current process of forming an IT development portfolio and identifies its shortcomings. The author concludes that the longest stage of the process (discussion of IT initiatives in order to obtain an estimate of the labor costs for their development) is subject to automation of this process using artificial intelligence technologies. An algorithm is proposed for the implementation of the process of forming a list and a schedule for the implementation of IT initiatives, which as a result forms a portfolio of IT developments. The effect of the implementation of this automation is described.

**KEYWORDS:** financial organizations, IT initiatives, artificial intelligence, labor intensity assessment, IT development portfolio, artificial intelligence technologies.

**Anshina Marina**  
*Docent, Financial University,  
senior lecturer at the MIREA, Russian Technological University, Moscow*

### **GENERATION OF A TARGET ORGANIZATIONAL ARCHITECTURAL MODEL BASED ON THE AGREEMENT-DRIVEN SERVICE ARCHITECTURE**

The classical model of designing a target organizational architectural model based on top-down analysis of a layered architectural model is losing its relevance. The reason is the digital transformation, which determines a radical change in the organization's activities based on the introduction of modern information technologies. If you build an IT architecture layer based on business goals, it is impossible to take into account the opportunities that open up based on the technologies of the lower architectural layers. New methods are needed to determine the directions of enterprise development using an architectural approach. This article proposes such a methodology based on a service architecture driven by agreements.

**KEYWORD:** Digital transformation, Target organizational architectural model Agreement-driven Service Architecture model, Cyclic method of a target architectural model formation.

**Arseniev D.G., Gomzhina E.A., Misnik A.E., Shalukhova M.A.**

*1. Doctor of Technical Sciences, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences,  
Professor of the Higher School of Cyber-Physical Systems Management, Chief Researcher of the Laboratory  
"Intellectual Control Systems",  
Vice-Rector for International Activities, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St.  
Petersburg.*

*2. Candidate of Medical Sciences, title, Head of Early Medical Rehabilitation Department, Physiotherapist,  
Federal State Budgetary Institution "Federal Centre for Traumatology, Orthopaedics and Endoprosthesis"  
of the Ministry of Health of the Russian Federation (Smolensk), Smolensk.*

*3. Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Inter-State Educational Institution of Higher  
Education 'Belarusian-Russian University', Mogilev.*

*4. postgraduate student, teacher-intern, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Inter-State  
Educational Institution of Higher Education 'Belarusian-Russian University, St. Petersburg, Mogilev.*

### **ONTOLOGICAL APPROACH TO CONSTRUCTING INDIVIDUAL REHABILITATION PLANS FOR PATIENTS AFTER JOINT ENDOPROSTHETICS**

The paper proposes to use ontological approach to solve the problem of constructing individual plans for postoperative rehabilitation of patients. A universal structure utilizing an object-oriented approach and meta-associative graphs is employed to generate an ontology of the given subject area. This reduces the time and effort required to develop and modify ontologies. The software module developed enables functional diagnostics of the musculoskeletal system using computer vision technologies, which makes it possible to generate a personalised treatment plan and increase the efficiency of patient rehabilitation in the future.

**KEYWORDS:** Ontological approach, ontology, object-oriented approach, meta-graphs, meta-associative graphs

**Baranov V.V., Baranov M.V., Zhao K.**

*1) professor, doctor of economic sciences, professor of the department of management and innovation,  
National Research University "Moscow University of Civil Engineering, Moscow"*

*2) student at the Institute of Digital Systems  
Yaroslavl State Technical University, Yaroslavl*

*3) postgraduate student of the Department of Financial Management  
Moscow State Technological University "STANKIN", Moscow*

### **FORMATION OF A DIGITAL ENVIRONMENT FOR THE IMPLEMENTATION OF THE INNOVATIVE MODERNIZATION PROJECT OF THE ENTERPRISE**

The features of the implementation of innovative modernization projects in the digital environment are considered. A methodology for forming mathematical support for an innovative

modernization project is proposed. A set of mathematical models is described that reflect the business processes of an innovative modernization project implemented in a digital environment. An algorithm for creating software for a project for innovative modernization of mechanical processing production at the Naberezhnye Chelny foundry and mechanical plant "Magnolia" is proposed, including an analysis of the equipment fleet, the creation of robotic units and the formation of an optimal production program, determining the volume of investment and assessing the effectiveness of the innovative modernization project. A set of software applications created by the authors that automate the business processes of innovative modernization is described.

**KEYWORDS:** digital environment; innovative modernization; mathematical models; robotic links; software application.

***Bogacheva D.N. Grebenyuk G.G., Kalyanov G.N., Kovalev S.P.,  
Lukinova O.V., Roshchin A.A., Sereda L.A.***

*V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences of Russian Academy of Sciences, Moscow*

### **THE BUSINESS PROCESS ERRORS IMPACT ON THE ENGINEERING INFRASTRUCTURE PERFORMANCE**

The paper considers typical errors in the modern enterprise business processes. These errors are related to information resources and arise when the sequence of business operations is incorrectly constructed. The business process errors impact on the performance of engineering infrastructure is studied. The problem complexity required the creation of the integrated model that aggregates the business process and technical object models. The creation principles and features of the presented model are described.

**KEYWORDS:** engineering infrastructure, engineering network system, business process, dynamic analysis, static analysis, data flow error.

***Bolotov S.V. Zakharchenkov K.V. Tolpygo N.A. Potekhin V.V. Selivanova E.N.***

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Dean of the Electrotechnical Faculty of the  
Belarusian-Russian University, Mogilev*

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department "Software of Information  
Technologies" of the Belarusian-Russian University, Mogilev*

*Postgraduate student of the Belarusian-Russian University, Mogilev*

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Higher School of  
Cyberphysical Systems Management, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg*

*Leading Programmer of the Higher School of Cyberphysical Systems Management, Peter the Great St.*

*Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg*

### **DIGITIZATION OF WELDING PRODUCTION OF AN INDUSTRIAL ENTERPRISE**

An automated system has been developed to digitalize the welding production of an industrial enterprise. The tasks and functions of the automated system are presented. A description of the software and hardware of the system is provided.

**KEYWORDS:** Automated system, welding, control, recorder, welding processes

***Borisovskaya Alyona Alekseevna***

*Assistent of the Department of Applied Informatics and Information Security of the Plekhanov  
Russian University of Economics*

### **RESEARCH INTO THE POSSIBILITIES OF DETECTING AND PREVENTING DDOS NETWORK ATTACKS USING NETWORK INTERFACE MONITORING**

The purpose of this study is to conduct a comparative analysis of existing methods for monitoring the network interface and filtering malicious network traffic to ensure server availability in the face of a network attack. The relevance of the task of ensuring network security in order to maintain system functionality and the confidentiality of personal data and user actions is due to the constant increase in the intensity and variety of attacks on servers on the global network.

As a result of the analysis, the choice of a network interface monitoring method based on the Linux Netfilter kernel framework was justified.

The next step was to analyze methods for classifying encrypted traffic using deep neural networks. As a result of the comparative analysis, it was decided to use a multilayer neural network with long short-term memory (LSTM) as a DDoS attack traffic classifier.

Using the cross-validation method, the optimal parameters for the neural network were determined, such as the number of layers and the number of neurons in each layer. The limitations of the classifier were also taken into account when choosing the input data format. It was found that feeding raw packet streams, divided into sessions, into the classifier input improves the accuracy of application classification.

As a result of experiments, it was shown that the constructed classifier has high accuracy in separating malicious network traffic from legitimate ones.

**KEYWORDS:** Network attack, deep learning, LSTM, Netfilter, kernel module, network traffic monitoring.

*Borisovskaya Olga Viktorovna*

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Applied Informatics and Information Security of the Plekhanov Russian University of Economics*

### **BUILDING AN OPTICAL TRANSFER FUNCTION FOR RESTORING IMAGES IN AIR AND GROUND RECONNAISSANCE SYSTEMS, ROBOTICS**

The work examines the problem of estimating image distortion parameters in air and ground reconnaissance systems, as well as in robotics, for their subsequent reconstruction. Image restoration refers to the removal of defocus, blur, or noise. Image distortion of the “blur” type is used as an example for analysis. For such distortion, the parameters are the blur area in pixels and the blur angle. The optical transfer function (OTF, Optical Transfer Function) is used as a characteristic for reducing the reliability of a blurred image.

The work provides a comparative analysis of two approaches to estimating OTF based on camera or object movement:

- the first approach is to calculate the OTF for the exact motion function;
- A second possible approach to estimating OTF is to approximate the actual motion function during exposure using a simple function (e.g. linear or sinusoidal).

The main advantage of the method used to solve the OTF calculation problem is the ability to obtain an analytical expression of the optical transfer function applicable to any type of motion. This method involves obtaining an analytical expression of OTF in the form of a power series through the statistical moments of motion during the exposure time.

It is shown that approximations by sums of lower orders give satisfactory accuracy results. It is substantiated that the use of this method makes it possible to obtain OTF expressions not only for linear motion, but also for high-frequency vibration, parabolic (uniformly accelerated) motion, low-frequency vibration and exponential damping motion. It is concluded that this method of calculating OTF can be implemented in air and ground reconnaissance systems, in robotics for real-time restoration of images blurred due to arbitrary movement.

**KEYWORDS:** Smearred image reconstruction, deconvolution, optical transfer function estimation, high frequency vibration.

*Bryzgalov A.A.*

*Assistant, Plekhanov Russian University of Economics, Moscow*

### **DEVELOPMENT OF A METHOD FOR ADAPTING PRODUCTION AND BUSINESS PROCESSES TO DYNAMIC OPERATING CONDITIONS BASED ON THE ACCUMULATION AND ANALYSIS OF DATA ARRAYS**

The article proposes a method for adapting production and business processes to dynamic operating conditions, which allows organizations interacting through a digital platform to respond in

a timely manner to changes in the external and internal environment of the business ecosystem. The article examines the main aspects of adaptation of production and business processes, as well as analyzes the role of accumulation and analysis of data from service level agreements. To select the main sources of indicators and use them, a technology for collecting, processing and analyzing data on the implementation of service level agreements in DFD notation has been built. The main stages of application of the developed method of adaptation of production and business processes for the main business process of order fulfillment at a network enterprise are determined.

**KEYWORDS:** production processes, business processes, order fulfillment monitoring, SLA, service level agreement, knowledge-based system, data analysis methods, applied digitalization scenarios, order fulfillment monitoring indicators, enterprise indicators, order indicators.

**Bugaenko Valery**

*Postgraduate student, Plekhanov Russian University of Economics, Moscow*

**Scientific supervisor: Kolesnik Georgiy**

*Dr.Sc., Professor, Plekhanov Russian University of Economics, Moscow*

### **ARTIFICIAL INTELLIGENCE AS A MANAGEMENT AND ANALYSIS TOOL FOR INTERNET OF THINGS TECHNOLOGIES**

This article analyzes the usage of big data in an organization where industrial Internet of Things technologies are implemented. Each device or system that is an element of the Internet of Things regularly sends reports to the control system. Due to the fact that there are many such "things" in the organization, there is a requirement for correct processing of the report to bring it to a single structure, constant analysis of the received data packets in real time and management of the entire infrastructure. The article proposed minimum requirements for a management and analysis system for the industrial Internet of Things based on artificial intelligence technologies and methods.

**KEYWORDS.** Internet of Things, big data, artificial intelligence, management and analysis system, machine learning.

**Buinaia E. V. Kraineva E. V.**

*Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor, PIT Department, T.F.*

*Student, II year of Master's Degree, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University*

*г. Kemerovo*

### **BUILDING THE ENTERPRISE ARCHITECTURE OF OOO BUSINESS- SOFT TECHNOLOGIES ON THE WONDERSHARE EDRAWMAX PLATFORM**

The article discusses construction of enterprise architecture on the platform Wondershare EdrawMax of the company OOO Business- soft Technologies. The organization works in three main directions activities: training, maintenance and development of new programs. Due to growth of the company's size, the problems of efficiency of interaction between its structural subdivisions, assessment and expansion of "bottlenecks" of the organization's activity. As an analysis, information models were built, business architectures, data model, the portfolio of application systems was evaluated. To solve the set tasks, we analyzed the programs of building the enterprise architecture and as a result the choice was made on Wondershare EdrawMax. On the chosen platform the architecture of the organization was built, the main problems were identified and solutions were proposed.

**KEYWORDS:** enterprise architecture, mission, strategies, information model, business architecture, data model, application system portfolio, Wondershare EdrawMax platform.

**Buldakova Tatiana Ivanovna**

*Doctor of Technical Sciences, Professor,*

*Bauman Moscow State Technical University, Moscow*

### **FORMATION OF POTENTIAL FUNCTIONS FOR PATTERN RECOGNITION IN MONITORING SYSTEMS**

The article discusses the features of pattern recognition in monitoring systems. The importance of the model training stage for correct recognition of a noisy image is noted. The issue of forming the



potential field relief in pattern recognition using intelligent technologies is discussed. A geometric interpretation of the process of self-organization during the formation of potential functions is given. An example of the formation of a potential field relief using a synergetic approach for a pattern recognition problem is given.

**KEYWORDS:** Pattern recognition, etalons, vector of characteristic features, intelligent processing methods, model training, potential function, synergetic self-organization

*Erzhenin Roman Valerievich*

*Ph.D., Associate Professor, Department of Financial and Strategic Management,  
Irkutsk State University, Irkutsk*

### **FEATURES OF USING EPC DIAGRAMS IN MODELING THE BUDGET PROCESS**

In order to solve the problem of integrating various automated information systems that support the budget process, the authors propose to use a new approach to modeling complex information processes and to analyzing critical areas of information and organizational interaction. The main provisions of the new modeling and analysis methodology include basic principles, a sequential decomposition algorithm and the EPC (Event-Driven Process Chain) notation chosen for graphical display of processes. Using the main provisions of the new methodology proposed in this article, various graphic diagrams were generated for one of the key information processes of the budget cycle - authorization of expenses of budgetary and autonomous institutions. The result of modeling and analysis of one of the stages of the budget information process was the conclusions drawn regarding the obvious duplication by users of actions for entering and processing information in various information systems. The proposed approach to modeling and analysis of a complex information process can be used as a design tool in an application software development environment, as well as as a methodological tool for training specialized IT specialists in the skills of using graphical modeling languages.

**KEYWORDS:** electronic budget; graphic language; design; modeling; EPC; authorization of expenses; budget process.

*Ermashkevich N.S., Pashkov P.M.*

- 1. Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of Applied Informatics,*
- 2. Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of Applied Informatics, NSUEUM,  
Novosibirsk*

### **THE CONCEPT OF THE ARCHITECTURE OF THE ECOSYSTEM OF PROJECT-BASED LEARNING AT THE UNIVERSITY**

The article explores approaches to the development of project-based learning at universities. The purpose of the study is to develop the concept of the architecture of the ecosystem of project learning. As a result of the study, the features of the ecosystem of project learning are revealed, a model of the value chain of the ecosystem of project learning is constructed, the concept of the architecture of the ecosystem of project learning is proposed, which allows making effective decisions on its development.

**KEYWORDS:** higher education, architecture; ecosystem; project-based learning; project activity; project; digital transformation tools, educational systems management

*Evgeny Z. Zinder,*

*Full member of the Russian Municipal Academy  
Methodical supervisor, National Association of Enterprise Architects, Moscow*

### **MODELING OF GLOBAL LARGE-SCALE NETWORK SYSTEMS BASED ON THE PRINCIPLES OF THE VERNADSKY NOOSPHERE MODEL**

The trends in the development of global large-scale network systems (GLNS) and the principles of their functioning and development as an architectural basis for the formation of GLNS are considered. The multidirectional trends of conditions and factors determining the current opportunities for the development of GLNS are highlighted. The geological metaphor of the development process of the GLNS is formulated. The architectural principles of the GLNS

organization and their interactions with other subjects are considered as the fundamental properties of the GLNS. An actual example of the six principles of the organization and interactions of the GLNS and the expediency of determining the procedure for putting these principles into effect is given. It is indicated that the resulting set of properties of the GLNS is close to the general methodological components of the formation of the well-known model of the noosphere by V. I. Vernadsky. It is proposed to use these methodological components as a source of initial provisions and techniques in order to adapt them to the conditions of the GLNS. The main methodological components of the formation of this model and comments on some of them aimed at their adaptation to current conditions are given. A generalized procedure for such adaptation is proposed as a scheme for adapting methodological components to the architectural analysis of the GLNS.

**KEYWORDS:** large-scale network system, LNS, global LNS, GLNS, principles of global LNS, methodological techniques, V. I. Vernadsky, noosphere model, architectural principles

**Isaev Dmitry**

*Cand. Sci. (Econ.), Associate Professor*

*HSE University, Moscow*

### **CRITERIA AND INDICATORS FOR EVALUATING PROGRAMS OF PERFORMANCE MANAGEMENT SYSTEMS DEVELOPMENT**

The paper considers the possibility of evaluating programs for the development of performance management systems using the SAF framework. This framework is related with application of three broad criteria. The first one is suitability – to what extent the development program is able to solve current tasks of the organization. The second criterion is acceptability – whether the results of the development program implementation meet the stakeholders' expectations. The third criterion is feasibility – the possibility of practical implementation of the program and the sufficiency of resources available. A hierarchy of criteria and supporting indicators (both quantitative and qualitative), combined with methods and tools of simulation modeling and multi-criteria decision making, allow us to arrange comprehensive assessment of alternative development programs and to choose one of them for implementation.

**KEYWORDS:** performance management system, development program, maturity model, multi-criteria decision making, SAF framework, criterion, supporting indicator.

**Kazakov Vasily Aleksandrovich**

*Cand. Sci. (Economics)*

*Assistant Professor of the Department of Applied Informatics and Information Security, Plekhanov*

*Russian University of Economics, Moscow*

### **ENSURING SEMANTIC INTEROPERABILITY OF NETWORKED ENTERPRISE PARTICIPANTS BASED ON ONTOLOGIES INTEGRATION**

Organizing the interaction of participants in a business ecosystem in the process of formation and functioning of a networked enterprise requires ensuring various types of interoperability. A feature of the functioning of the Industry 4.0 system is the need to integrate heterogeneous components within manufacturing and business processes, various types of business models, which is difficult due to the heterogeneity of the applied conceptual models underlying the software agents, applications and services used by various participants.

The article analyzes the principles and approaches to the formation and development of the ontology of a networked enterprise (ontology of a project for the joint creation and release of products by participants in a networked enterprise) based on integration methods, which include mapping, alignment and merging of ontologies. An ontological engineering technique is proposed that ensures semantic interoperability of participants in a networked enterprise at the stages of initiating and developing a project for the joint release of a product on a common digital platform.

**KEYWORDS:** networked enterprise, semantic interoperability, ontological engineering, multi-agent systems Keywords

*Kalyanov G.N.*

*V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences of Russian Academy of Sciences, Moscow*

### **METHODOLOGICAL ASPECTS OF THE GENERAL PROCESSES THEORY DEVELOPMENT**

The process aspect of human activity is considered. The basics of process classification, a variant of a unified process model are proposed. The main tasks of the general theory of processes are outlined.

**KEYWORDS:** activity methodology, process, classifier, process life cycle, supporting process, characterizing property.

*Kartvelishvili At.A.*

*Lomonosov Moscow State University, Moscow*

### **ANALYSIS OF THE IMPACT OF THE INTRODUCTION OF NEW EDUCATIONAL PROGRAMS IN THE CONTEXT OF DIGITAL TRANSFORMATION ON THE FINANCIAL AND SOCIAL SUCCESS OF GRADUATES OF THE DEPARTMENT OF GAS AND WAVE DYNAMICS OF THE FACULTY OF MECHANICS AND MATHEMATICS OF LOMONOSOV MOSCOW STATE UNIVERSITY**

This paper analyzes the impact of the introduction of new educational programs in the context of digital transformation on the financial and social success of graduates of the Department of Gas and Wave Dynamics of the Faculty of Mechanics and Mathematics of Lomonosov Moscow State University. It is shown that this process is important and necessary, taking into account the inevitability of globalization and digitalization of all spheres of life. The results suggest that it increases such parameters as average wages and employment in the field of science, as well as reduces the overall unemployment rate among graduates of the department.

**KEYWORDS:** digital economy, transformation of education, new competencies, IT technologies.

*Kirov A.D.*

*Assistant, Department of Applied Informatics and Information Security, Plekhanov Russian University of Economics, Moscow*

### **METHOD OF TARGETED INFORMATION SECURITY MONITORING FOR IMPLEMENTING THE ZERO-TRUST MODEL IN LOCAL AREA NETWORK**

The article discusses the use of the method of targeted information security monitoring to implement the zero-trust model in local area networks. The work analyzes the functions of modern information security tools operating in local area networks and proposes a method for using monitoring data of these tools to determine the reference levels of trust in information security access subjects operating in the local area network of an economic entity.

**KEYWORDS:** targeted monitoring, information security, zero trust model, local area network, access subject, trust level.

*Klyachin Mark Sergeevich*

*Senior Lecturer, Plekhanov Russian University of Economics, Moscow*

### **EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF APPLICATION IT TOOLS FOR MANAGEMENT OF MASS EVENTS**

This article is devoted to a method for assessing the effectiveness of using IT tools for managing public events, such as conferences, festivals, exhibitions, sports competitions and others. The need to use such tools is determined by the economic challenges of recent years that organizers of mass events have faced. The cost-effectiveness of their implementation has become a key factor for survival in the industry.

Due to the need to search for such IT tools, organizers also need a method for assessing the effectiveness of its use, which is disclosed in the article. This method is a three-level model. The first level is determined by the indicator of the implementation of the mass event plan, as the main task of the organizers. The second level indicator is calculated based on the cost of discrepancy between the actual use of resources and the plan. At the third level there is an indicator related to the productivity

of automated processes. These indicators can be reduced to an absolute value expressed in monetary terms, which will allow the use of this model when conducting a comprehensive assessment of the effectiveness of the implementation or implementation of an IT project as a whole.

The research presented in the article may be useful for specialists in the field of organizing public events, as well as IT integrators and developers implementing projects for this industry.

**KEYWORDS:** public events, efficiency mark, IT tools

*Kozyrev Petr Alexandrovich*

*Senior Lecturer, Plekhanov Russian University of Economics, Moscow*

**INTEGRATED APPROACH TO DEVELOPING THE CYBERSECURITY SYSTEM OF A NETWORK ENTERPRISE: BUILDING A MODEL FOR THREAT AND RISK ASSESSMENT AND DEVELOPING METHODS FOR PROTECTING INFORMATION RESOURCES.**

The article substantiates the need to develop a new approach to ensuring information security of production and business processes due to the architecture features of flexible and dynamic interaction of network enterprise participants. In this regard, it is proposed to identify the activity that have a significant impact on achieving the network effect, and formalize the model for assessing threats and risks of harmful effects on the functioning of a network enterprise, taking into account the importance and value of business processes that make up production chains.

The article defines a set of methods for protecting information resources of a network enterprise from deliberate cyber attacks and information leaks to protect business processes that generate a network effect, based on the application of the zero trust model. It is proposed to combine the most important production chains into a virtual security perimeter, which will minimize the possibility of intruders wedging into the process.

The article proposes to implement methods for protecting information resources of a network enterprise in the form of information security services on a multi-agent platform for supporting production and business processes, including a service for continuous dynamic monitoring of the state of the most important links in production chains.

**KEYWORDS:** network enterprise, zero trust model, commercial risks, information security risks, cyber threats, methods for protecting information resources

*Kolesnik G.V.*

*Doctor of Economics, Assoc. Professor,*

*Professor of the Basic Department of Digital Economics*

*Plekhanov Russian University of Economics, Moscow*

**MODELLING OF THE FORMATION OF DEFENCE ENTERPRISES' VIRTUAL ASSOCIATIONS WITHIN THE MILITARY-TECHNICAL COOPERATION SYSTEM**

The problem of the defense industry enterprises cooperation formation using the capabilities of the system of military-technical cooperation to optimize the interaction of its elements is studied. A hierarchical model of the military-technical cooperation system is being developed and investigated, taking into account the possibility of forming temporary associations (virtual enterprises) to fulfill specific customer orders. The modes of functioning of this system are investigated, the parameters under which the strategy of creating a virtual enterprise will be effective are revealed

**KEYWORDS:** virtual enterprise, digital technologies, cooperation, formation of associations

*Komolov Andrey Valerievich*

*Postgraduate student of informatics chair Plekhanov Russian University of Economics, Moscow*

**MACHINE LEARNING METHODS IN HEALTH RECOMMENDER SYSTEMS**

This article discusses the problem of developing a recommendation system in the healthcare sector. A review of the scientific literature is carried out, which examines various approaches to creating such systems using various machine learning methods and neural networks. The article is a review of the literature on the development of recommendation systems for medicine. As a result, 16

of the most relevant sources on this topic, both Russian and foreign, over the past 5 years were analyzed.

**KEYWORDS:** Recommender systems, machine learning, neural networks, healthcare.

*Koroleva D.S., Denisov A.A.*

*1. Assistant, Department of PIIB of Plekhanov Russian University of Economics, Moscow*

*2. Senior lecturer, Department of PIIB of Plekhanov Russian University of Economics, Moscow*

**DEVELOPMENT OF A METHOD FOR COLLECTING, ANALYZING AND MONITORING INFORMATION IN ORDER TO SELECT RELIABLE PARTICIPANTS OF A NETWORK ENTERPRISE WITHIN THE FRAMEWORK OF A COMPETITIVE INTELLIGENCE CIRCUIT**

Network enterprises have increased requirements for assessing the risks of unreliable business partners participating in joint activities. Due to the dynamic nature of network enterprises created for individual projects of economic activity, traditional mechanisms for assessing the viability and reliability of participating organizations do not ensure the efficiency and necessary accuracy of the decisions being made to include enterprises in jointly executed production chains. To solve this problem, it is necessary to develop a method for automated collection, analysis and monitoring of information within the framework of the competitive intelligence circuit, which determines the relevance of the research topic based on the use of modern intelligent technologies.

The paper considers the issues of organizing a knowledge-based system that ensures the accumulation and use of information about partner enterprises of the business ecosystem obtained in the competitive intelligence circuit to select reliable participants in a network enterprise. To this end, the main factors of counterparty reliability, types of available open access information sources posted on the Internet, and methods of monitoring them related to the identification of risks based on the use of intelligent technologies are analyzed.

The novelty of the proposed method of collecting, analyzing and monitoring information about the behavior of enterprises in the market displayed in the Internet environment is to determine the rating of possible participants in the value chain in the competitive intelligence circuit using a knowledge-based system, organizing an integrated knowledge base in accordance with the ontological model of the subject area, which increases the efficiency and accuracy of the decision about choosing business partners for a network enterprise.

**KEYWORDS:** Network enterprise, reliability of business partners, reliability factors, competitive intelligence circuit, knowledge-based system, methods of collecting, analyzing and monitoring information.

*Kreopalov V. V.,*

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Faculty. Applied Information*

*Technologies and Information Security of Plekhanov*

*Russian University of Economics*

**OSINT IN INFORMATION SECURITY**

This article examines the technology of searching, accumulating and analyzing data collected from available sources on the Internet (OSINT) in order to ensure the information security of the company. By creating an information resource protection system in the company, the main focus is on complex integrated systems that offer reliable protection of confidential information, secure data exchange, minimizing the risks of infrastructure hacking, that is, technologies to counter the latest exploits, hacker tools for information theft, destruction and modification of protected data are at the forefront. Modern methods of ensuring cybersecurity also involve the use of the latest methods of countering malicious attacks based on monitoring open, accessible and hard-to-access sources of information in order to search for any information that may pose a danger to the organization in order to reduce the risk of using it for illegal purposes. Even in state-owned companies that use the maximum technical and software protection levels, it is impossible to exclude the possibility that some classified document may accidentally end up in the public domain. The first step of each attack

is to collect and evaluate information from publicly available sources. If you miss the opportunity to stumble upon confidential data mistakenly posted in the public domain, you can collect initial information without scaring the victim for further actions to prepare and commit an attack on the company's information assets. Thus, information in open sources can become a springboard for an attack on corporate infrastructure.

**KEYWORDS:** cybersecurity, confidential information, intelligence, deep Internet, social engineering, information security, pentest, forensics, reverse engineering, strategic intelligence.

***Kuzlyakin Andrey Pavlovich***

*Postgraduate student of informatics chair Plekhanov Russian University of Economics*

### **COMPARATIVE ANALYSIS OF CONTEMPORARY AUTOML SOLUTIONS**

This paper presents a detailed comparative analysis of five contemporary AutoML solutions: AutoKeras, AutoGluon, PyCaret, H2O, and MLJAR. The study was conducted using the widely known Titanic dataset. The aim of the research was to evaluate the primary functional capabilities, advantages, and disadvantages of each solution, as well as their performance and prediction accuracy. The results of this analysis can serve as a guide for machine learning professionals when choosing the most suitable tool for automated machine learning in specific tasks.

**KEYWORDS:** ML, AutoML, AutoKeras, AutoGluon, PyCaret, H2O, MLJAR, machine learning, automated machine learning, Titanic dataset, comparative analysis.

***Kuznetsova Anna, Gavrilova Tatiana***

*1)Ph. D. in Linguistics, teacher Lyceum No. 408, St. Petersburg*

*2)Doctor of Computer Science, Professor St. Petersburg State University, St. Petersburg*

### **ON THE CLASSIFICATION OF VISUAL METAPHORS IN KNOWLEDGE MAPPING**

The purpose of this article is to understand the types of metaphors used in visualization methods and knowledge map development. The work is based on literature review and analysis. The study provides a brief overview of metaphor visualization techniques. Further in-depth research is needed on each type of metaphor visualization used in knowledge maps. The results help practitioners evaluate and select metaphor visualization techniques, helping to address current challenges in knowledge map development.

**KEYWORDS:** knowledge models, knowledge maps, knowledge management.

***Kurenkov Aleksandr L.,***

*candidate of technical sciences,*

*Docent of the Basic Department of Digital Economy of the*

*Institute of the Information Society of*

*Plekhanov Russian University of Economics, Moscow*

### **DIGITAL TRANSFORMATION MANAGING METHODOLOGY: PRECONDITIONS AND BASIC PROVISIONS**

Article formulates prerequisites and basic provisions of digital transformation managing methodology for commercial enterprises in conditions of permanently changing business environment. The prerequisites for digital transformation planning, conducting and effectiveness evaluating tools development are formulated. Domestic and foreign scientists researches, standards, as well as practical experience form the theoretical base of this article. The methodological base includes methods of system analysis and synthesis. The current industrial revolution is characterized not only by the accumulated potential of new information technologies, which, according to the law of the dialectic, can be used in enterprise products production, but also by changes in consumer environment caused by the availability of the same technologies via services that do not require special skills and competencies from their users. The speed of launching new products on the market, their dependence on the external business environment, which is characterized by high variability under the influence of various technical and economic factors, has increased. The complexity of the processes of designing, implementing and evaluating the effectiveness of digital transformation, focusing on a complex, non-homogeneous mass consumer involves the use of complex modern digital

transformation managing methodology using the mechanisms of the product approach and continuous automated control and monitoring cycle.

**KEYWORDS:** digital transformation, digital transformation trends, tools for planning, conducting and evaluating the effectiveness of digital transformation, digital transformation management, digital transformation automation, digital transformation pipeline, digital transformation managing.

*Lyamin Yuri Alekseevich*<sup>1</sup>, *Romanova Elena Vladimirovna*<sup>2</sup>

1. *PhD, associate professor, Plekhanov RUE, associate professor, RTU-MIREA*

2. *senior lecturer, Plekhanov RUE, associate professor, RTU-MIREA*

## **RELIABILITY OF THE SOURCE DATA FOR DIFFERENT TYPES OF INFORMATION SYSTEMS**

The article presents research materials on the classification of information systems (IS) in terms of the impact on them of the reliability of the source data.

The relevance of the research lies in the fact that at the present stage of society's development, a huge amount of primary data is collected in various information systems, which often need to increase their reliability.

Today, there is a wide variety of technological and information tools used in information systems, which also makes it necessary to assess the reliability of various types of information systems. This is especially becoming critically important for the development of government information systems.

Four classes of ICS are identified and described. The formula for evaluating the reliability of data based on the sources used is given.

**KEYWORDS:** data, reliability, technology, information systems, software tools.

*Markov Evgeniy Petrovich*

*PhD, lecturer, GSOM SPBU, SPb*

## **THE MATHEMATICAL MODEL OF PROJECT EFFICIENCY**

The mathematical model has been developed that allows calculating the a priori effectiveness of projects before they begin. Preliminary verification of the model based on historical data of mechanical engineering and radio electronics enterprises was carried out. annotation.

**KEYWORDS:** project management, project objective, project effectiveness

*Matorin S.I. Zhikharev A.G. Dmitrieva Yu.V.*

*Doctor of Technical Sciences, professor, professor, National Research University "BelSU", Belgorod*

*Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head. Department of National Research University*

*"BelSU", Belgorod*

*Postgraduate student, National Research University "BelSU", Belgorod*

## **SYSTEM-OBJECT SIMULATION MODELING FOR CREATION OF DIGITAL TWINS**

The paper discusses the concept of "digital twin", the relevance of creating digital twins and the fact that they are based on simulation models of objects and processes. The possibilities of a new original method of system-object simulation modeling (SOIM) are considered. The content elements of the apparatus for calculating functional objects, which underlies SOIM, are presented. The capabilities of the UFOModeler software tool that implements the SOIM method and the advantages of this technology are described. Conclusions are drawn about the feasibility of using SOIM technology when creating digital twins, in particular, elements of the educational process.

**KEYWORDS:** digital twins; simulation modeling; system-object approach; system-object simulation modeling.

**Makhov I.S. Chumakova E.V. Korneev D.G. Gasparian M.S.**

*1. Postgraduate student, PRUE, Moscow  
2,3,4. PhD, Associate Professor, PRUE, Moscow*

## **APPLICATION OF NEURAL NETWORKS BASED ON RADIAL-BASIS FUNCTIONS IN THE TASKS OF CONTROLLING OPERATIONAL RISKS OF CREDIT INSTITUTIONS**

The article is devoted to the issues of monitoring operational risks (OR) using artificial neural networks (ANN), namely, the study of the possibility of using radial-basis neural networks, which are non-traditional for this class of tasks, in assessing the level of criticality of the onset of risk associated with information technology in the banking sector.

The goal of the work is to create ANN models based on radial basis functions (RBFN) using the high-level Keras library in Python and evaluate their effectiveness in comparison with traditionally used deep feedforward networks. The work took into account the main types of operational IT risk events associated with disruptions and failures of systems and equipment that ensure the functioning of a commercial organization.

To construct various RBFN models, the Gaussian function was used as the transformation function. The paper presents graphs of learning curves for the functions under consideration, showing the results of training and testing of the constructed RBFNs.

The results of the study show that the use of RBFN in the indication system will allow us to qualitatively determine the degree of influence of operational IT risk on the banking sector.

**KEYWORDS:** Operational risks, IT risks, radial basis neural network (RBFN), feedforward neural network, high-level Keras library.

**Mironov A.N. Potapova K.A.**

*Lecturer, RTU MIREA, Moscow  
Assistant, RTU MIREA, Moscow*

## **BUILDING A MODEL OF AN ENTERPRISE IT-INFRASTRUCTURE AND ITS SYNCHRONIZATION WITH BUSINESS PROCESSES TO OPTIMIZE COSTS**

The article discusses the main problems of support, updating documentation and organizing the use of IT infrastructure. To effectively manage your IT infrastructure, you need data on its condition, which must be collected into a single system in the ETL storage format. The emergence of a connection between the IT infrastructure model and business processes will make it possible to determine the costs of maintaining the IT infrastructure and evaluate the economic benefits of its automation.

**KEYWORDS:** IT infrastructure, CMDB, IT infrastructure documentation, configuration management, ETL-storage.

**Misnik A.E., Potekhin V.V., Krutolevich S.K., Prokopenko S.A.**

- 1. Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor of the Department of Information Technology Software, "Belarusian-Russian University", Mogilev*
- 2. Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor - Higher School of Management of Cyber-Physical Systems of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University", St. Petersburg*
- 3. Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor of the Department of Information Technology Software, MOU VO "Belarusian-Russian University", Mogilev*
- 4. teacher-intern of the Department of Information Technology Software, MOU VO "Belarusian-Russian University", Mogilev*

## **MANAGEMENT SYSTEM OF THE UNIVERSITY INFORMATION AND EDUCATIONAL SPACE BASED ON THE ONTOLOGICAL APPROACH**

The article discusses the application of the ontological approach in the creation and management of the information and educational space using the example of the Belarusian-Russian University. The "Electronic University" system has been developed and implemented, designed to integrate all aspects of the educational process and university services. The peculiarity of the system



is the use of meta-associative graphs to formalize complex connections in the educational environment, which allows you to more effectively manage changes and make management decisions based on complete and up-to-date information about the state of the educational institution.

**KEYWORDS:** ontological engineering, ontology, object-oriented approach, meta-associative graphs, educational space management

***Mikheev Andrey Gennadievich***

*Ph.D., Associate Professor, Financial University, Moscow*

### **IMPLEMENTATION OF DOCUMENT FLOW IN THE FORM OF BUSINESS PROCESSES IN AN OPEN SOURCE BUSINESS PROCESS MANAGEMENT SYSTEM**

The system for automating the internal electronic document flow of an enterprise was created by integrating an open-source business process management system with a free library that supports working with electronic digital signatures. Examples of electronic document management business processes are given.

**KEYWORDS:** Business process management system, digital signature, document flow

***Oreshina M.N.***

*Doctor of Technical Sciences, Professor*

*Plekhanov Russian University of Economics, Moscow*

### **DIGITAL SOLUTIONS FOR FOOD INDUSTRY ENTERPRISES**

The article considers the transformation of information systems in the context of data growth and automation of all processes of a food industry enterprise, taking into account the specifics of production due to strict requirements for storage and production of products. The use of basic strategic approaches for the digitalization of food enterprises makes it possible to produce high-quality products based on the introduction and development of modern information technologies.

**KEYWORDS:** information technologies; control and automation systems; digital platform; hierarchical system of information systems, SCADA systems, controllers, sensors, sensors.

***Palyukh Boris Vasilievich, Chesalov Alexander Urievich***

*Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Information Systems, TSTU, Tver*

*Candidate of Sciences in Technology, engineer of the Bauman Moscow State Technical University*

### **METHODOLOGICAL APPROACH TO DIGITAL TRANSFORMATION OF NON-DESTRUCTIVE TESTING EQUIPMENT MANUFACTURERS**

This article proposes a methodological approach to the digital transformation of products and services of manufacturers of non-destructive testing equipment based on the activities and promising technologies of Industry 4.0, which will allow creating a digital infrastructure at the first stage, and subsequently a non-destructive testing ecosystem capable of combining digital solutions, platforms, systems and tens of thousands of “smart” devices. This will give impetus to the creation and development of new competitive products and services in the Russian Federation.

**KEYWORDS:** non-destructive testing; nondestructive evaluation; nondestructive inspection; standardization; digital transformation; digital platform; machine learning; convolutional neural network; defect pattern recognition algorithm; 3D image synthesis algorithm; image classification algorithm.

***Pashkov Petr, Isaev Dmitry.***

*1. candidate of economic sciences, associate professor, NSUEM, Novosibirsk*

*2. post-graduate student of NSUEM, Novosibirsk*

### **APPROACH TO ENSURING TRUST IN INFORMATION SYSTEMS BASED ON 1C TECHNOLOGIES DURING TRANSITION TO WEB3 PROTOCOLS**

The article discusses the problem of ensuring trust in information systems. The purpose of the study is to develop an approach to ensuring trust in information systems based on 1C technologies

when switching to WEB3 protocols. As a result of the study, the features of ensuring trust in information systems were identified, the concept of using WEB3 protocols to ensure trust was formed, an approach to ensuring trust in information systems implemented on the basis of the 1C technology platform was determined.

**KEYWORDS:** trust, information system, WEB3 protocol, 1C platform

***Pikulin Vasily Vasilyevich***

*City Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Applied Informatics, Penza State Technological University, Penza*

### **A SYSTEM FOR ANALYZING THE EFFECTIVENESS OF THE USE OF PHOTOVIDEOFIXATION COMPLEXES**

Currently, photovideofixation complexes of traffic violations are used to ensure road safety. To analyze the impact of photovideofixation complexes on the number and consequences of road accidents in the region, it is proposed to use an automated information system that accumulates information in the database about the placement of complexes near the places of concentration of accidents and generates relevant statistics.

**KEYWORDS:** complexes of photo-video fixation, violations of traffic rules, traffic accidents, places of concentration of traffic accidents

***Boris Aronovich Pozin***

*Technical Director, Dr. Sci. (Tech), professor  
Russia, Moscow, IJSC EC-leasing, HSE University*

### **FEATURES OF CREATION AND DEVELOPMENT OF INFORMATION AND ANALYTICAL SYSTEMS IN THE CONTEXT OF IMPORT SUBSTITUTION**

In modern domestic conditions of creation of information and analytical systems, it is important to increase the productivity of developers and specialists in the maintenance of application software, as well as the development of technology for creating application software, that is free from various kinds of vulnerabilities and undeclared opportunities. The report examines the technology based on the Peraspera platform for creating information and analytical systems using both internal data of the customer corporation and data from the Internet. A typical solution for search of vulnerabilities and undeclared opportunities based on the integration of world-class domestic tools for static analysis of programs written in the programming languages C, C++, Java, Python, which are common in the creation of information and analytical systems, is also considered. Integration of tools is based on Typical Technology Process for search of vulnerabilities and undeclared opportunities for organizations.

**KEYWORDS:** Big Data, Peraspera platform, Peraspera Data Hunter, Peraspera Neuro Doc, Peraspera ESB, the level of power of attorney, SAST, system for search of vulnerabilities and undeclared opportunities, Typical Technology Process

***Popov A.A.***

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Computer Science Department  
Plekhanov Russian University of Economics, Russian Federation, Moscow*

### **USING INTERNET OF THINGS DEVICES FOR «SMART» WASTE COLLECTION AND TRANSPORTATION MANAGEMENT**

The article is devoted to research in the field of automation of waste collection and transportation management. The features of using a number of end-to-end technologies (Internet of Things devices, 5th generation wireless networks, neural networks) for waste collection and transportation management are considered. The features of the use of «smart» containers, inside which sensors are installed to measure the level of waste for subsequent data transmission for analysis, including using neural networks, are considered. The functional capabilities of a "smart" information system for waste collection and transportation management are formulated. The functions of such an information system include the implementation of opening the lid of a dumpster

when a tenant of an apartment building approaches the container, determining the amount of waste loaded into the container, measuring the level of waste in the container, sending data to the server and writing them to the database, processing data on the gateway, processing data on the server about the level of waste, forecasting the levels of filling containers, visualization of waste level data, determination of optimal routes of garbage trucks, display of the nearest empty containers. Based on the UML notation, a diagram of use cases has been developed in which the functionality is displayed. The measures are considered, the implementation of which must be provided for the successful implementation of a "smart" information system.

**KEYWORDS:** waste, collection and transportation, «smart» containers, ultrasonic sensors, wireless networks, neural networks, Internet of Things

*Pyatkovsky O.I.*

*D.T.N, Professor, Professor, Altai State Technical University named after  
I.I. Polzunov, Barnaul*

### **COMPONENTS OF FORECASTING ECONOMIC INDICATORS IN ANALYTICAL INFORMATION SYSTEMS OF ENTERPRISES**

The paper presents the technology and methods of creating analytical information systems of enterprises and organizations using components of forecasting economic indicators in hybrid expert systems. The issues of the use of neural network components for forecasting economic indicators are disclosed. The developed structure of the neural network component ensures the implementation of its self-learning capabilities. To implement the self-learning mode, the methods used in the components of the neuroimitator at the stages of data preprocessing, the formation of a training sample, in the process of functioning of the information system and self-learning of neural networks are described.

**KEYWORDS:** hybrid expert systems, neural network, analytical information systems, neural network components, neural network self-learning.

*Rachkovskaya E.F<sup>1</sup>, Romanova E.V.<sup>2</sup>*

*1. associate professor, RTU-MIREA*

*2. associate professor, RTU-MIREA*

### **A MODEL FOR EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF INDEPENDENT STRUCTURAL DIVISIONS OF IT COMPANY IN PARTICIPATING IN PRACTICAL TRAINING OF STUDENTS**

The article deals with the issue of training the personnel potential of an IT company in the context of the rapid development of the information technology industry in modern conditions.

The relevance of the issue lies in the need to coordinate the positions of all departments of the IT company in developing their own human resources. Companies approach its solution using different methods. The practical training of students requires the company to form a clear position to encourage existing employees to work with young beginners.

The indicators for evaluating the activities of the company's departments for conducting work with interns are highlighted. A model for the formation of an assessment of the effectiveness of departments for this type of activity is proposed. This approach should have a positive impact on the development of the company's human resources potential.

**KEYWORDS:** T companies, KPI, personnel training, adaptation, human resources potential, model, practical training of students.

*Sukhareva Polina Sergeevna, Rostova Olga Vladimirovna*

*PhD in EconSc, associate professor*

*Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, St.Petersburg*

### **OPTIMIZATION OF BUSINESS PROCESSES OF INTERACTING WITH SUPPLIES IN PHARMACEUTICAL INDUSTRY ORGANIZATIONS**

The article analyzes the problems of pharmaceutical industry companies related to logistics processes. On the example of the pilot project of SRM-system implementation in the branch network

of Petersburg Pharmacies PJSC the choice of the most suitable information solution is substantiated, the models of optimized business processes of interaction with suppliers are presented, the effects expected from the implementation are revealed.

**KEYWORDS:** SRM-system, pharmaceutical industry organization, automation of business processes, implementation efficiency, interaction with suppliers

*Rybina G. V. Dushkin R. V. Stepankov V. Y. Grigoryev A. A.  
Sc.D., professor, National Research Nuclear University MEPhI,  
Senior Lecturer, National Research Nuclear University MEPhI,  
General Manager, SMART-TECH Ltd,  
Graduate Student, National Research Nuclear University MEPhI,*

### **SIMULATION MODELING: SOME ASPECTS OF APPLICATION IN DYNAMIC INTELLIGENT SYSTEMS**

The experience of conceptual and software modeling of architectures of two different classes of dynamic intelligent systems - dynamic integrated expert systems (IES) and multiagent systems (MAS) is analyzed, based on the use of problem-oriented methodology (or its individual elements), tools of the AT-TECHNOLOGY workbench and the IMVIA system. The emphasis is on specifying the processes of integration with methods and tools of simulation modeling in the development of dynamic IES and MAS.

**KEYWORDS:** simulation modeling, dynamic intelligent systems, problem-oriented methodology, dynamic integrated expert systems, multiagent systems, integration

*Sapiev A.Z.*

*Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Maykop State Technological University*

### **USER IDENTIFICATION BASED ON BEHAVIOR ON MOBILE DEVICES**

Reliable and unobtrusive user identification and authentication on mobile devices, such as smartphones, are urgent tasks today. Most modern solutions in this area are based on the "device unlock" scenario — verification of information (authentication factors) provided by the user to unlock the smartphone. As such factors, we can use either one reliable authentication factor, for example, a password or PIN, or several weaker factors, such as tokens, biometric data or geolocation data. However, these solutions require additional actions from the user, for example, entering a password or taking a fingerprint, which may not be suitable for on-the-fly authentication. In addition, biometrics-based user authentication systems tend to be susceptible to attacks on the use of forgery and usually work well only in fixed positions, such as a stationary standing or sitting position. A solution is proposed, which is a password-free (transparent) user-adaptive context-dependent authentication method. A special feature is the use of a new "device lock" scenario — the smartphone remains unlocked and can be quickly locked if the actions of a non-owner are detected. This is achieved by tracking user behavior using built-in sensors after triggering events, such as actions in banking applications, email and social services. An advanced Adaptive Recurrent Neural Network (A-RNN) is used to accurately assess and adapt behavioral patterns to a new context of use. Thus, the proposed solution provides reliable user authentication in various usage contexts by maintaining low battery consumption.

**KEYWORDS:** identification, authentication, mobile devices, behavior analysis, neural networks

*Sarkisova Irina Olegovna, Laverychev Maxim Alexandrovich*

*1. Candidate Sc. of Engineering, Associate Professor at the Department of IS, MSUT "STANKIN"*

*2. Lecturer at the Department of IS, MSUT "STANKIN", Moscow*

### **ISSUES OF ROLE ALLOCATION IN THE DIGITAL PLATFORM MODEL FOR INDUSTRIAL PRODUCTION**

The article discusses the issues of data-driven business management and the development of digital platforms. It is proposed to create a digital platform for industrial production as an impersonal

aggregator for solving various tasks, including the tasks of determining the parameters of the required product in industrial production. The issues of distribution of roles and their basic functions in the digital industrial platform model are considered.

**KEYWORDS:** digital economy, digital ecosystem, digital platform, impersonal aggregator of production services, operating model.

*Sviridova E.S.*

*Postgraduate student Plekhanov Russian University of Economics, Moscow*

#### **POSSIBILITIES OF IMPORT SUBSTITUTION OF CLOUD SERVICES AS PART OF A DATA STORAGE AND PROCESSING SYSTEM.**

The article discusses the issue of import substitution of a cloud service as part of a data storage and processing system. To achieve this goal, the following Russian IT solutions were considered: Nextcloud, MFlash, P7-Office, Secret Cloud Enterprise and Naumen LegalTech. The functionality of each solution is described. The shortcomings are analyzed. Functional and load testing was carried out to determine the most qualified solution. The results are summed up and conclusions are drawn.

**KEYWORDS:** import substitution, cloud service, Nextcloud.

*Serikov V.V.*

*Chairman of the Lipetsk Regional Council of Deputies, Yelets*

#### **DIGITALIZATION AS A TOOL FOR INTENSIFYING MODERNIZATION OF ENTERPRISES IN THE INDUSTRIAL SECTOR OF THE ECONOMY**

In the current economic conditions, the relevance of modernizing enterprises in the industrial sector of the economy is increasing, which today is becoming a priority direction for the strategic development of the country, the implementation of which will contribute to achieving the national development goals of the Russian Federation. In this context, digital tools for supporting the modernization processes of industrial enterprises are of particular importance, the implementation of which can have a direct impact on the speed of modernization. Within the framework of this study, an attempt is made to design an information platform for an industrial enterprise that accompanies decision-making regarding modernization.

**KEYWORDS:** modernization, digitalization, decision support systems, monitoring systems, industry, industrial enterprise

*Sizov V.A.*

*Professor, Department of Applied Informatics and Information Security, Plekhanov Russian University of Economics, Moscow*

#### **APPLICATION OF THE METHOD OF TARGETED MONITORING OF INFORMATION SECURITY INCIDENTS TO ESTABLISH TRUST BETWEEN ECONOMIC ACTIVITIES IN CYBERSPACE**

The article discusses the use of the method of targeted monitoring of information security incidents to establish trust between economic entities in cyberspace. The work analyzes the concept of trust between economic entities in joint business activities implemented in cyberspace and proposes the use of a method of targeted monitoring of information security incidents to reduce the entropy of trust in cyberspace, formulates the corresponding task and considers its decomposition into subtasks.

**KEYWORDS:** trust, cyberspace, targeted monitoring, information security, entropy of trust.

*Skripkin K.G.*

*PhD, Associate Professor of the Faculty of Economics. Economic Informatics  
(Lomonosov Moscow State University, Moscow)*

### **MOBILIS IN MOBILE : ENTERPRISE SUSTAINABILITY, DYNAMIC CAPABILITIES AND ORGANIZATIONAL DESIGN**

The modern economy is characterized by exceptionally high turbulence, both in the financial and real sectors. In these conditions, the indicators of free cash flow are insufficient for the management of the enterprise. A system of indicators is needed that assess not only the profitability (determined by cash flow), but also the effectiveness and sustainability of the enterprise. The paper proposes such a system, inscribed in the SSP – a balanced scorecard. This system evaluates both the vulnerability of the enterprise to external influences and the dynamic abilities – the basis for the stability of the enterprise in difficult situations. Finally, the manifestations of the mechanisms of dynamic abilities in the organizational design of the enterprise are demonstrated.

**KEYWORDS:** dynamic abilities, antifragility, balanced scorecard, organizational design

*Suzdalsky D. A.*

*Postgraduate student, Department of Applied Informatics and Information Security, Plekhanov  
Russian University of Economics, Moscow*

### **ASSESSMENT OF CYBER RESISTANCE OF THE INFORMATION SYSTEM OF AN ECONOMIC ENTITY**

Purpose of the study: development of an algorithm for assessing the cyber stability of the information system (IS) of an economic entity (EDS). Research methods: probabilistic methods, fuzzy set theory methods, cognitive modeling methods. The relevance of the study is associated with the insufficient degree of reliability of assessments of the levels of cyber resilience of EDMS using existing approaches, which do not fully provide accurate results for assessing the level of cyber resilience. This necessitates the development of methods and models using hybrid intelligent technologies when modeling information security management processes, providing more accurate assessments of the levels of cyber resistance of EDMS. As a result of the study, an analysis of the impact of cyber-attacks on the functionality of the EDMS IS was carried out, factors were identified that ensure the cyber stability of the EDMS IS in the face of implemented cyber threats, and a model of cyber resilience of the EDMS IS was proposed.

**KEYWORDS:** cyber resilience assessment, cognitive modeling, fuzzy cognitive maps, economic entity, information systems, cybersecurity, business continuity, functional resilience.

*Suyatinov Sergey Igorevich*

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Bauman Moscow State Technical University, Moscow*

### **FEATURES OF THE FORMATION OF DYNAMIC ATTRACTOR FIELDS IN THE RECOGNITION OF SITUATIONS**

The article discusses the features of the formation of attractor fields when solving the problem of recognizing situations. It is shown that situational models are a formalized representation of situational awareness, where a set of standard situations is considered as given etalons, and the current situation represents some distorted image. It is noted that attractor fields are the basis of associative solutions for recognizing situations. Approaches to the formation of attractor fields based on the Hopfield associative network, the Hacken synergetic network and a neural dynamical system based on the principles of dynamic field theory are discussed.

**KEYWORDS:** Situational awareness, situation recognition, associativity, attractor fields, neuromorphic computer

**Tarenko L.B. Fedorova O.V.**

1. *Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Dean of the Faculty of IT*
2. *Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Vice-Rector for Digital Transformation, Head of the Department of the Faculty of IT Higher Education Institution "TISBI University of Management", Kazan*

### **KEY ASPECTS OF THE DIGITAL TRANSFORMATION OF AN EDUCATIONAL ORGANIZATION**

The article discusses the concept of "digital transformation" and its importance for the development of the Russian Federation. The use of this term in official documents and decrees is given, as well as the definition of specific tasks and goals related to digital transformation. Attention is focused on the need to develop digital culture and create innovative educational programs. The article emphasizes the importance of complying with the requirements of the Federal State Budget and focusing on the requirements of the labor market in the digital economy when training specialists. The role of practical training of students and their participation in industrial practices, which contribute to the formation of necessary competencies, is also mentioned. The article is of interest to those who are interested in the development of the digital economy and its impact on education.

**KEYWORDS:** digitalization, digital transformation, digital competencies, education.

**Fedyayev O.I. Balaban A.D.**

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Software Engineering of Donetsk National Technical University, Donetsk  
Master of Donetsk National Technical University, Donetsk*

### **ASSESSMENT OF CANDIDATES' SKILLS COMPLIANCE WITH EMPLOYER REQUIREMENTS BY SEMANTIC ANALYSIS OF RESUME TEXTS USING MACHINE LEARNING METHODS**

The article solves the problem of semantic analysis of the resume text of a candidate applying for a vacant position. The algorithm and the program of computer processing of the Russian-language resume for compliance of the candidate with specific requirements of the firm are developed. The neural network model was selected using the Loss, ROC AUC and F1 metrics. Studies of the quality of trained language models were conducted on the example of the distribution of vacant positions in three IT companies based on the results of the intellectual analysis of candidates' resumes.

**KEYWORDS:** Semantic text analysis, resume text, machine learning, language model, neural network, Python

**Tenorio Jose Leonardo Lopez**  
*postgraduate student*

**Scientific supervisor: Urintsov A.I., Doctor of Economics, Professor.**  
*Plekhanov Russian University of Economics*

### **SOME ISSUES OF THE IMPACT OF NEW TECHNOLOGIES ON THE TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT OF LATIN AMERICA AND CARIBBEAN COUNTRIES**

In this article, we will make a general review of emerging technologies in terms of digital development and the impact they can generate in different industries in the coming years in terms of the creation of economic value, productivity, efficiency, employment and well-being of people. The Covid-19 pandemic has caused information and communication technologies (ICT), the Internet of Things (IoT), robotics and automation, artificial intelligence (AI), among others, to be of great

importance in the economies to world level. In the coming years, he hopes that the use of technologies can increase the levels of productivity and efficiency of the various industries in Latin America and the Caribbean, these new technologies can be the axes towards economic development, improvement of social services, increase of efficiency in the use of resources and production.

**KEYWORDS:** digital development, Latin America and the Caribbean, resource management, emerging technologies, economic sectors, digitization.



Научное издание

ИНЖИНИРИНГ ПРЕДПРИЯТИЙ  
И УПРАВЛЕНИЕ ЗНАНИЯМИ  
(ИП&УЗ-2023)

Сборник научных трудов  
XXVI Российской научной конференции

29–30 ноября 2023 г.

В двух томах

Том 1

Компьютерная верстка *А. А. Брызгалов*

Верстка обложки *А. А. Брызгалова*

Подписано в печать 11.12.23. Формат 60x84 1/16.

Усл. печ. л. 24,5. Уч.-изд. л. 31,75.

Тираж 30 экз. Заказ .

ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г. В. Плеханова».  
109992, Москва, Стремянный пер., 36.

Напечатано в ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г. В. Плеханова».  
109992, Москва, Стремянный пер., 36.

ISBN 978-5-7307-2130-2



9 7 8 5 7 3 0 7 2 1 3 0 2