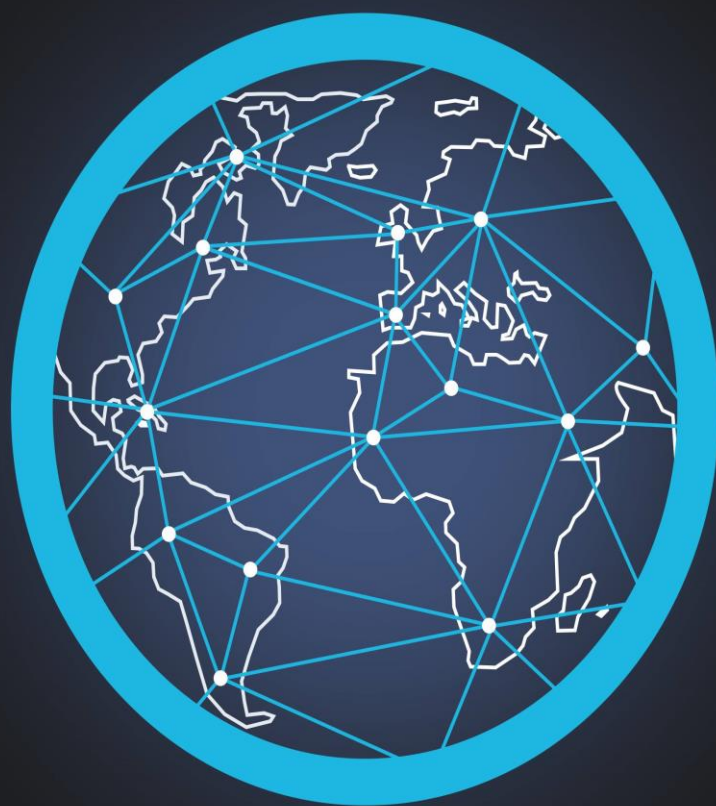


Международный журнал  
информационных технологий  
и энергоэффективности |



Том 9 Номер 11 (49)



2024



## СОДЕРЖАНИЕ / CONTENT

### ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- 
- |    |  |          |
|----|--|----------|
| 1. | <b>Масенков М.В.</b> Актуальность контроля нарушения регламента на рабочем месте по видеопотоку посредством искусственных нейронных сетей          | <b>5</b> |
|    | <b>Masenkov M.V.</b> The relevance of monitoring violations of regulations in the workplace via video streaming through artificial neural networks |          |
- 
- |    |   |          |
|----|---|----------|
| 2. | <b>Гаипов К.Э., Демичева А.А., Малышев Д.О.</b> Анализ методов использования программно-конфигурируемого радио в системах передачи данных | <b>9</b> |
|    | <b>Gaipov K.E., Demicheva A.A., Malyshev D.O.</b> Analysis of methods of using software-configurable radio in data transmission systems   |          |
- 
- |    |  |           |
|----|--|-----------|
| 3. | <b>Удальцов К.Р.</b> Исследование и анализ методологии SOAR        | <b>18</b> |
|    | <b>Udaltsov K.R.</b> Research and analysis of the SOAR methodology |           |
- 
- |    |   |           |
|----|---|-----------|
| 4. | <b>Пивоварова У.А.</b> Уязвимость в JOOMIFY: обзор CVE-2023-23752 и её влияние на безопасность JOOMLA сайтов          | <b>21</b> |
|    | <b>Pivovarova U.A.</b> Vulnerability in JOOMIFY: a review of CVE-2023-23752 and its impact on JOOMLA website security |           |
- 
- |    |  |           |
|----|--|-----------|
| 5. | <b>Удальцов К.Р.</b> Изучение инструмента VELOCIRAPTOR | <b>25</b> |
|    | <b>Udaltsov K.R.</b> Learning the VELOCIRAPTOR tool    |           |
- 
- |    |   |           |
|----|---|-----------|
| 6. | <b>Пивоварова У.А.</b> PAPER CUT: уязвимость CVE-2023-27350 и ее последствия для корпоративной безопасности | <b>29</b> |
|    | <b>Pivovarova U.A.</b> PAPER CUT: vulnerability CVE-2023-27350 and its implications for corporate security  |           |
- 
- |    |  |           |
|----|--|-----------|
| 7. | <b>Удальцов К.Р.</b> Исследование системы анализа сетевого трафика ZEEK        | <b>33</b> |
|    | <b>Udaltsov K.R.</b> Investigation of the ZEEK network traffic analysis system |           |
- 
- |    |  |           |
|----|--|-----------|
| 8. | <b>Пивоварова У.А.</b> Атака на ICS PLANT #1: угрозы безопасности промышленных систем управления     | <b>37</b> |
|    | <b>Pivovarova U.A.</b> Attack on ICS PLANT #1: threats to the security of industrial control systems |           |
- 
- |    |  |           |
|----|--|-----------|
| 9. | <b>Титов П.С., Чупеев А.Д., Шеремет А.А.</b> Создание алгоритма для автоматического выделения и распознавания текста на изображениях или в видео (OCR) | <b>41</b> |
|----|--|-----------|
-

	<b>Titov P.S., Chupeev A.D., Sheremet A.A.</b> Creation of an algorithm for automatic text extraction and recognition in images or videos (OCR)	
10.	<b>Шишков Е.М.</b> Синхронный и асинхронный обмен информацией в формате CIM-модели с использованием APACHE JENA	<b>48</b>
	<b>Shishkov E.M.</b> Synchronous and asynchronous information exchange in the cim model format using APACHE JENA	
11.	<b>Райский Н.В.</b> Анализ тенденций развития систем управления контентом	<b>57</b>
	<b>Raisky N.V.</b> Analysis of trends in the development of content management systems	
12.	<b>Скоробогатова А.Е.</b> Средства автоматизации процесса аттестации объектов информатизации	<b>61</b>
	<b>Skorobogatova A.E.</b> Automation tools for the certification process of informatization objects	
13.	<b>Марква Т.Д.</b> Масштабируемость блокчейн сетей	<b>68</b>
	<b>Markva T.D.</b> Scalability of blockchain networks	
14.	<b>Суринович С. И.</b> Автоматизация маркетинговых процессов в России: возможности, вызовы и перспективы внедрения ИИ	<b>74</b>
	<b>Surinovich S. I.</b> Automation of marketing processes in Russia: opportunities, challenges and prospects for the introduction of AI	
15.	<b>Дикий А.Б., Журавлев Г.Д., Чернов И.А.</b> Поддержка работы нескольких администраторов на базе ОС АЛЪТ	<b>78</b>
	<b>Dikiy A.B., Zhuravlev G.D., Chernov I.A.</b> Support for the work of several administrators based on the ALT OS	
16.	<b>Смирнова М.А., Смирнов М.Н.</b> Практический пример компьютерной реализации многозадачного автоматического управления	<b>86</b>
	<b>Smirnova M.A., Smirnov M.N.</b> A practical example of a computer implementation of multitasking automatic control	
17.	<b>Миляев Д.Р.</b> Хранение данных в ДНК	<b>94</b>
	<b>Milyaev D.R.</b> Data storage in DNA	
18.	<b>Шутемов Н.А., Тряпочкин С.А., Ахметшина Э.Г.</b> Проектирование коммуникационных сетей	<b>100</b>
	<b>Shutemova N.A., Tryapochkin S.A., Akhmetshina E.G.</b> Design of communication networks	
19.	<b>Подгорнов М.Д.</b> Модель системы массового обслуживания с оператором, работающим «ТОЧНО-В-СРОК»	<b>105</b>
	<b>Podgornov M.D.</b> The queuing system model with a JUST-IN-TIME operator	
<b>ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ</b>		
20.	<b>Царегородцев Е.Л., Можекин Ф.Р., Миргородский Г.А.</b> Проектирование системы утилизации нефтешлама: выбор оборудования и расчет основных показателей	<b>111</b>

---

**Tsaregorodtsev E.L., Mozhekin F.R., Mirgorodsky G.A.** Designing an oil sludge disposal system: selection of equipment and calculation of key indicators

---

21. **Зубарев М.А.** Анализ и обобщённая методика подбора аккумуляторных ячеек для резервных источников питания, рассчитанных на круглогодичную эксплуатацию **115**

**Zubarev M.A.** Comparative analysis of the spectral-finite method of processing measurement information without feedback and the kalman filter

---

22. **Пинкальский М.А.** Мировой опыт развития зеленой энергетики и начало ее применения в России **123**

**Pinkalsky M.A.** World experience in the development of green energy and the beginning of its application in Russia

---

23. **Пинкальский М.А.** Основные тенденции и перспективы развития энергоэффективности в производстве **127**

**Pinkalsky M.A.** The main trends and prospects for the development of energy efficiency in production

---

#### **ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

---

24. **Аксенов С.Г., Хабибуллин И.И.** Противопожарная защита объектов энергоснабжения **135**

**Aksenov S.G., Khabibullin I.I.** Fire protection of power supply facilities

---



Международный журнал информационных технологий и  
энергоэффективности

Сайт журнала: <http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.932.7

## АКТУАЛЬНОСТЬ КОНТРОЛЯ НАРУШЕНИЯ РЕГЛАМЕНТА НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ ПО ВИДЕОПОТОКУ ПОСРЕДСТВОМ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

**Масенков М.В.**

*ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ФГБОУ ВО "МОСКОВСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ СВЯЗИ И ИНФОРМАТИКИ", Москва, Россия, (111024, город Москва, Авиамоторная ул., д.8а), e-mail: m.v.masenkov@mail.ru*

В статье рассматривается задача контроля нарушения регламента на рабочем месте с использованием видеопотока и технологий искусственных нейронных сетей. Обеспечение соблюдения правил и норм безопасности на рабочих местах является одной из ключевых задач для повышения эффективности и безопасности труда, особенно в условиях крупных производств и предприятий с высоким риском. Традиционные методы контроля, такие как ручной мониторинг или анализ записей, оказываются недостаточно оперативными и могут быть подвержены человеческому фактору. В связи с этим возникает необходимость совершенствования решения данных задач посредством применения инновационных технологий. В результате работы автором рассматривается задача контроля нарушения регламента на рабочем месте по видеопотоку, а также обосновывается необходимость применения искусственных нейронных сетей для ее решения. **Ключевые слова:** Разработка; веб-разработка; архитектура приложений.

Ключевые слова. Видеопоток, искусственные нейронные сети, регламент, рабочее место, автоматизация, контроль нарушений.

## THE RELEVANCE OF MONITORING VIOLATIONS OF REGULATIONS IN THE WORKPLACE VIA VIDEO STREAMING THROUGH ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

**Masenkov M.V.**

*OF THE ORDER OF THE RED BANNER OF LABOR OF THE MOSCOW TECHNICAL UNIVERSITY OF COMMUNICATIONS AND INFORMATICS, Moscow, Russia, (111024, Moscow, Aviamotornaya str., 8a), e-mail: m.v.masenkov@mail.ru*

The article considers the task of monitoring violations of regulations in the workplace using video streaming and artificial neural network technologies. Ensuring compliance with workplace safety rules and regulations is one of the key tasks for improving labor efficiency and safety, especially in large production facilities and high-risk enterprises. Traditional control methods, such as manual monitoring or analysis of records, are not fast enough and may be subject to human factors. In this regard, there is a need to improve the solution of these problems with innovative technologies. Because of the work, the author considers the task of monitoring violations of regulations in the workplace by video stream, and substantiates the need to use artificial neural networks to solve it.

Keywords: Video stream, artificial neural networks, regulations, workplace, automation, violation control.

Задача контроля нарушения регламента на рабочем месте по видеопотоку заключается в создании автоматизированной системы, способной в реальном времени анализировать видеозаписи с рабочих мест, чтобы выявлять отклонения от установленных правил и норм. Это включает такие нарушения, как неправильное использование средств индивидуальной защиты, нахождение в запрещённых зонах, несоблюдение временных регламентов и другие

действия, которые могут повлиять на безопасность и эффективность труда. Система должна автоматически распознавать потенциальные нарушения и сигнализировать об этом ответственным лицам для оперативного реагирования. Осуществление такого контроля вручную представляет собой значительные сложности. Во-первых, требуется постоянное внимание и анализ большого объема видеоматериалов, что делает задачу слишком трудоёмкой и подверженной человеческим ошибкам. Операторы могут испытывать усталость или снижать концентрацию, что приводит к пропуску важных моментов. Во-вторых, при больших масштабах производства или в условиях непрерывных процессов анализ становится физически невозможным для одного человека или даже команды специалистов, так как необходимо контролировать сотни камер в режиме реального времени. Кроме того, сложности возникают из-за необходимости учёта множества параметров и контекстов, которые могут отличаться в зависимости от различных рабочих зон, типов оборудования и задач. Ручные методы контроля также ограничены в скорости и точности реагирования. Даже если оператор заметит нарушение, задержки в реакции могут привести к увеличению риска несчастных случаев или снижению производительности. Кроме того, собранные данные о нарушениях требуют дальнейшей обработки для анализа и улучшения процессов, что увеличивает нагрузку на персонал.

Применение искусственных нейронных сетей (ИНС) для анализа видеопотока является оптимальным решением данных проблем. Искусственные нейронные сети способны обрабатывать большие объёмы данных в реальном времени, обеспечивая мгновенное распознавание потенциальных нарушений. Системы, основанные на ИНС, могут обучаться на больших наборах данных, распознавать сложные паттерны поведения и точно различать нормальные и аварийные ситуации [1]. Благодаря возможности глубокого обучения, такие системы способны учитывать сложные контексты, адаптироваться к новым условиям и повышать свою эффективность с течением времени. Использование ИНС позволяет исключить человеческий фактор, снизить затраты на мониторинг и повысить точность контроля. Автоматизация анализа видеопотока позволяет быстро выявлять нарушения и предупреждать их, минимизируя риски для работников и оборудования [2]. Помимо этого, применение ИНС для автоматизированного анализа видеопотока позволяет значительно повысить точность и скорость выявления нарушений. Актуальность применения нейросетей заключается в их способности быстро адаптироваться к изменяющимся условиям и эффективно обрабатывать большие объёмы данных в реальном времени. Основными преимуществами ИНС являются возможность непрерывного мониторинга, снижение затрат на человеческие ресурсы и повышение уровня безопасности на рабочих местах.

Так, определено, что задача контроля соблюдения регламентов на рабочих местах с использованием видеопотока может быть решена с помощью искусственных нейронных сетей благодаря их способности анализировать визуальные данные в режиме реального времени и распознавать сложные паттерны поведения [3]. Применение ИНС в этой задаче предполагает автоматизацию процессов мониторинга, анализа и выявления отклонений от установленных правил, что значительно повышает эффективность системы безопасности.

Автором определяется следующий порядок применения ИНС в задаче контроля видеопотока:

1. *Сбор и подготовка данных.* Первый шаг включает в себя сбор видеоданных с рабочих мест. Эти данные содержат примеры как нормального поведения, так и различных

нарушений. На основе этих данных формируются обучающие наборы, которые используются для обучения ИНС. Важным аспектом является предварительная обработка данных, включая аннотацию и классификацию видеоматериалов, чтобы сеть могла различать различные типы поведения.

2. *Обучение искусственной нейронной сети.* На основе собранных и размеченных видеоданных ИНС обучается распознавать различные состояния: правильное соблюдение регламента и потенциальные нарушения. Для обучения могут применяться различные архитектуры ИНС, включая свёрточные нейронные сети (CNN), которые хорошо справляются с анализом изображений и видеопотоков [4]. На данном этапе сеть учится выявлять ключевые особенности кадров, такие как наличие средств индивидуальной защиты (СИЗ), соблюдение дистанции, правильное выполнение операций и т.д.

3. *Реализация системы распознавания в реальном времени.* После обучения ИНС внедряется в систему видеомониторинга, где она анализирует видеопоток в реальном времени. Система должна быть интегрирована с камерами наблюдения, что позволит ей получать данные в режиме реального времени и немедленно их обрабатывать.

4. *Выявление нарушений и оповещение.* После анализа каждого видеокadra ИНС принимает решение о том, нарушен ли регламент на рабочем месте. При обнаружении нарушения сеть может автоматически отправлять уведомления ответственным лицам или руководству, а также сохранять данные для последующего анализа. Таким образом, система может оперативно выявлять и реагировать на потенциальные опасности.

Также автором выделены следующие подзадачи, которые должны решаться ИНС в данной системе контроля:

1. *Распознавание объектов.* ИНС должна уметь распознавать конкретные объекты в видеопотоке, такие как каски, спецодежда, другие средства индивидуальной защиты и оборудование. Это необходимо для того, чтобы система могла понять, используют ли работники СИЗ в соответствии с требованиями.

2. *Распознавание действий и поведения.* Следующим шагом является анализ поведения работников. ИНС должна идентифицировать действия, такие как выполнение опасных манёвров, нахождение в запрещённых зонах или несоблюдение рабочего протокола. Это сложная подзадача, которая требует от нейросети не только распознавания статичных объектов, но и понимания динамики движений и взаимодействий.

3. *Анализ контекста.* Важно учитывать контекст происходящего на видеозаписи, поскольку одно и то же действие может быть безопасным в одном контексте, но нарушением в другом [5]. Например, перемещение в определённой зоне может быть допустимым при определённых условиях, но недопустимым при проведении опасных работ. ИНС должна анализировать весь контекст, чтобы точно интерпретировать поведение.

4. *Обработка больших данных и масштабируемость.* Видеопоток с множества камер может быть большим и требовать обработки в режиме реального времени. ИНС должна быть обучена эффективно работать с большим объёмом данных, обрабатывать их параллельно и точно выделять нужную информацию.

5. *Адаптивное обучение.* В условиях динамично меняющихся рабочих процессов, ИНС должна иметь возможность самообучаться на новых данных. Например, если меняются рабочие процессы или вводятся новые правила безопасности, нейросеть должна быть дообучена на новых примерах, чтобы соответствовать актуальным требованиям.

Таким образом, основной целью представленной статьи являлось выполнение анализа относительно возможностей решения задачи контроля нарушения регламента на рабочем месте по видеопотоку с использованием ИНС. В результате работы автором определены актуальность и необходимость применения искусственных нейронных сетей для автоматизированного контроля нарушений регламента на рабочих местах посредством видеопотока. Это решение позволяет оперативно выявлять нарушения, минимизировать риски и исключить человеческий фактор. В рамках работы составлены подзадачи, которые ИНС должна решать в системе контроля: распознавание объектов и действий, анализ контекста и масштабируемая обработка данных. Также был предложен порядок применения ИНС, включающий сбор данных, обучение сети, интеграцию в систему видео-мониторинга и оперативное выявление нарушений. В заключение необходимо отметить, что использование ИНС для контроля за соблюдением регламента на рабочих местах по видеопотоку позволяет создать высокоэффективную систему, которая минимизирует риски, повышает безопасность и снижает человеческий фактор.

### Список литературы

1. Черников А.Д. Прогнозирование и распознавание объектов в видеопотоке с помощью глубокого обучения // Вестник науки. 2023. №9 (66). С. 209-215.
2. Офицеров А.И., Сафонов Д.А. Использование искусственного интеллекта в системах обеспечения комплексной безопасности охраняемого объекта // Экономика. Информатика. 2023. №1. С. 203-210.
3. Бучельников М. А., Сидорова М. Ю., Спиренкова О. В., Никулина М. Е. Использование искусственных нейронных сетей для распознавания русловых форм // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2022. №1. С. 148-151.
4. Прохоров А.С. Применение нейронных сетей для обеспечения безопасности человека в жилых и промышленных помещениях // Символ науки. 2021. №1. С. 25-29.
5. Загинайло М.В., Фатхи В.А. Распознавание символов с помощью аппарата искусственных нейронных сетей // Инновации и инвестиции. 2021. №5. С. 145-147.

### References

1. Chernikov A.D. Forecasting and object recognition in a video stream using deep learning // Bulletin of Science. 2023. No.9 (66). pp. 209-215.
  2. Officers A.I., Safonov D.A. The use of artificial intelligence in systems for ensuring the integrated security of a protected object // Economy. In-formatics. 2023. No.1. pp. 203-210.
  3. Buchelnikov M. A., Sidorova M. Yu., Spirenkova O. V., Nikulina M. E. The use of artificial neural networks for recognizing riverbed forms // In-terexpo Geo-Siberia. 2022. No. 1. pp. 148-151.
  4. Prokhorov A.S. The use of neural networks to ensure human security in residential and industrial premises // Symbol of Science. 2021. No.1. pp. 25-29.
  5. Zaginailo M.V., Fathi V.A. Character recognition using artificial neural networks // Innovation and investment. 2021. No.5. pp. 145-147.
-





Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала: <http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijce/>



УДК 004.932.7

## АНАЛИЗ МЕТОДОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМОГО РАДИО В СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

<sup>1</sup>Гаипов К.Э., <sup>2</sup>Демичева А.А., <sup>3</sup>Малышев Д.О.

ФГБОУ ВО "СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ ИМЕНИ АКАДЕМИКА М.Ф. РЕШЕТНЕВА", Красноярск, Россия, (660037, Красноярский край, город Красноярск, пр-кт Им.Газеты "Красноярский Рабочий", д. 31), e-mail: <sup>1</sup>gaipovke@yandex.ru, <sup>2</sup>demichevaalena@yandex.ru, <sup>3</sup>ma.hilfe@mail.ru

Рассматриваются научные исследования отечественных и зарубежных авторов по технологии SDR. Описаны наиболее часто встречающиеся области применения технологии, аппаратные решения, возможности применения для реальных задач.

Ключевые слова. Программно-конфигурируемое радио, SDR, сети связи.

## ANALYSIS OF METHODS OF USING SOFTWARE-CONFIGURABLE RADIO IN DATA TRANSMISSION SYSTEMS

<sup>1</sup>Gaipov K.E., <sup>2</sup>Demicheva A.A., <sup>3</sup>Malyshev D.O.

SIBERIAN STATE UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY NAMED AFTER ACADEMICIAN M.F. RESHETNEV, Krasnoyarsk, Russia, (660037, Krasnoyarsk region, Krasnoyarsk Gazety Gazety "Krasnoyarskiy Rabochiy" pr-kt, 31), e-mail: <sup>1</sup>gaipovke@yandex.ru, <sup>2</sup>demichevaalena@yandex.ru, <sup>3</sup>ma.hilfe@mail.ru

The scientific research of domestic and foreign authors on SDR technology is considered. The most common areas of technology application, hardware solutions, and application possibilities for real-world tasks are described.

Keywords: Software-configurable radio, SDR, communication networks.

### Основная часть

Программно-конфигурируемое радио (*Software Define Radio - SDR*) – это радиооборудование, в котором все или большинство функций физического уровня выполняются в программном виде, а функции, выполняемые аппаратно, должны оперативно модифицироваться по требованиям рабочего стандарта связи [1].

Вычислительные функции SDR могут быть реализованы с помощью различных устройств, таких как процессор общего назначения, цифровой сигнальный процессор, программируемая логическая интегральная схема или интегральная схема специального назначения.

Технология SDR позволяет разрабатывать системы передачи данных без изменения аппаратной части, при этом конфигурацию аппаратуры можно изменять с помощью специализированного программного обеспечения. Достоинством SDR является гибкость получаемых решений с возможностью многократного использования одних аппаратных компонентов для разработки большого количества различных устройств, но которые имеют

схожие функции, что позволяет уменьшить временные и экономические затраты на разработку радиотехнических устройств.

Обзор архитектуры SDR, а также аналогового и цифрового разделения системы и взаимосвязи компонентов представлен в [2]. Кроме того, были рассмотрены платформы SDR, разработанные как промышленностью, так и научными кругами, и предоставлено аналитическое сравнение аппаратных платформ в качестве руководства для принятия проектных решений.

### **Область применения**

*SDR*-радиоприемники обеспечивают быструю перестройку по выделенному диапазону частот и позволяют обрабатывать не только тот радиосигнал, который принимается на рабочей частоте, но и радиосигналы, которые присутствуют в определенном участке диапазона волн. При этом, имеется программная возможность анализировать сигнально-помеховую обстановку в точке приёма и управлять процессом установления радиосвязи. Таким образом радиоприёмные устройства, обрабатывая сигнал и выделяя из него информацию, выбирают частоты для ведения радиосвязи не только в условиях случайных, но и в условиях преднамеренных помех. При выборе частот учитывается распределение мощности помехи и радиосигнала в полосе, которую они занимают. В работе [3] приведены результаты моделирования загрузки декаметрового диапазона волн и расчет вероятности занятия частот приемо-передающим радиооборудованием, которые показывают, что как при низкой, так и при высокой загрузке имеются полосы частот с низким уровнем помех. Эти результаты можно использовать для установления радиосвязи, с целью обмена информацией, и осуществить поиск частот свободных от помех в выделенном частотном диапазоне.

В статье [4] проводится обоснование необходимости реализации механизма идентификации несущей в приемопередатчике станции спутниковой связи, реализованного на *SDR* платформе. Описаны причины, по которым применение механизма идентификации несущей являются достаточно эффективным решением, а также преимущества использования программно-реконфигурируемых платформ. Также авторами описан механизм идентификации станции, которая использует уже задействованную в система полосу пропускания. Авторы [5] используют метод золотого сечения для поиска незанятых полос радиочастотного спектра в условиях динамического изменения электронной обстановки при неизвестном изменении шума.

Авторами [6] представлен порядок поиска и выбора радиочастот для передачи информации в радиопередающих и радиоприемных устройствах декаметрового диапазона волн. Работа включает в себя результаты имитационного моделирования, подтверждающие предлагаемые решения.

Авторы работ [7-10] провели серию исследований, посвященных описанию и экспериментальной апробации разработанного *SDR*-демонстратора технологий сетевого позиционирования, который включает в себя подсистему формирования и передачи, а также подсистему приема и обработки опорных сигналов. Исследования были получены с целью обоснования технических решений по повышению точности определения местоположения устройств в процессе фактической эксплуатации сети. Совокупность сформированных опорных сигналов базовых станций удовлетворяют стандартам *LTE*, корректность работы которых подтверждена в ходе лабораторных испытаний.

Также вопрос о повышении помехоустойчивости сигналов с перестановочной частотной модуляцией, с кодированием опорных колебаний на физическом уровне кодом с постоянным весом для низкоскоростных помехоустойчивых передач декаметрового диапазона по ионосферному радиоканалу предложен в [11]. Показана актуальность данного направления исследования. Цель работы заключается в разработке предложений по управлению параметрами сигнально-кодовых конструкций на основе перестановочной частотной модуляции, обеспечивающего компромиссный выбор между скоростью и помехоустойчивостью при передаче информации по ионосферному радиоканалу в сложной сигнально-помеховой обстановке. Представлен подход по выбору одновременно используемых тоновых опорных колебаний для кодирования сигнальных символов в зависимости от сигнально-помеховой обстановки, по критерию максимальной скорости передачи при сохранении требований по достоверности. Обоснован рациональный выбор числа тоновых опорных колебаний и символьной скорости с позиций эффективного использования энергетических и частотных ресурсов радиоприемника. Приведено обоснование предложенных основных этапов управления, представлены результаты аналитического исследования и имитационного моделирования, подтверждающие правомерность сделанных теоретических выводов.

Использование *SDR* для повышения скорости обмена данными в направлениях по радиоканалам декаметрового диапазона волн также приведено в [12], где предлагается метод использования многоканальных радиоустройств, позволяющий минимизировать время на смену рабочих частот при передаче команд управления и исключить процедуру переключения частот в процессе их приёма.

На основе технологии *SDR* возможно создание устройств не только поиска и выбора радиочастот, но и систем автоматической регулировки усиления радиосигналов [13], систем для создания заградительной помехи и шумовой помехи в части полосы радиочастот [14], систем активной защиты информации путем использования генератора помех [15]. Также технология *SDR* используется для приемников самолетов, которые проверяют радиоэфир систем посадки воздушных судов [16], для навигационных комплексов беспилотных летательных аппаратов [17] с целью разработки помехоустойчивого навигационного комплекса, что показывает широкий диапазон практического применения рассматриваемой технологии.

Стоит заметить, что большое число авторов использует декаметровый диапазон радиоволн [3, 6, 11, 12, 24], однако технология *DSR* может применяться для радиосистем широкого диапазона. Так в работе [18] описан метод повышения устойчивости систем радиосвязи, в частности в северных широтах, где широко применяются каналы метеорной радиосвязи. С помощью специального программного обеспечения происходит обнаружение метеорных следов, анализ их параметров, выработка управляющих команд для дальнейшей перестройки полосы пропускания радиопередающего оборудования.

### **Существующие аппаратные решения**

Принципы работы современных программно-конфигурируемых радиоприемников описываются в [19], также рассмотрены примеры применения и программные инструменты для разработки различных конфигураций *SDR* устройств. В [20] рассматриваются существующие открытые решения на основе программно-конфигурируемого радио: *Open Air Interface* от *Eurecom* и *srsLTE* от компании *Software Radio Systems*.

В работе [21] приводится перечень наиболее популярных устройств *SDR*, включающий в себя название устройства, минимальную и максимальную рабочие частоты, пропускную способность, разрядность аналого-цифрового преобразователя, а также список программного обеспечения для работы *SDR*-устройств. В практической части работы предложен алгоритм реализации программно-определяемого радио на ПЛИС, создана модель квадратурного демодулятора сигналов, осуществлен выбор программируемых интегральных логических схем для создания программно-определяемой радиосистемы, а также ее моделирование. Осуществлена симуляция работы модели квадратурного демодулятора на ПЛИС и проверка его работы.

С точки зрения производства ПЛИС лидирующие позиции занимают компании *Altera* (принадлежит *Intel*) и *Xilinx* [22]. В статье проводится обоснование выбора платформы для реализации спутникового модема на основе *SDR* технологии, описаны преимущества и ограничения, накладываемые на платформу. Представлена структурная схема модема, применяемого в системах спутниковой связи, и обосновано применение ПЛИС для его реализации на основе *SDR*-технологии. Проведен анализ основных характеристик различных поколений ПЛИС в задачах цифровой обработки сигналов. Сделан выбор отладочной платформы, для реализации спутникового модема на основе *SDR* технологии.

Авторы исследования [23] провели обзор применения устройств на основе *SDR* компании *National Instruments*, описали актуальность применения, анализ выбора оборудования, область применения устройств. Данный факт показывает имеющееся программное и аппаратное обеспечение, которое можно использовать для решения радиотехнических задач.

В [24] авторами предлагается структура аналоговой части *SDR* радиоприёмных устройств декаметрового диапазона, которая используется для построения систем декаметровой связи, обеспечивающих заданные вероятностно-временные характеристики и решающие проблему электромагнитной совместимости. Приведена структура *SDR* радиоприёмного устройства с расширенным динамическим диапазоном по принимаемому сигналу. Предложенная архитектура построения аналоговой части *SDR* позволяет при заданной мощности передатчика увеличить пропускную способность канала связи, а для заданной скорости передачи информации существенно (в разы) понизить требования к энергетике трассы, что позволяет использовать менее мощный передатчик и более простую передающую или универсальную антенну.

### **Применения технологий в процессе обучения**

Для изучения и дальнейшего использования технологии *SDR* на базе государственных образовательных учреждениях функционируют исследовательские лаборатории. Это необходимо для подготовки кадров соответствующей квалификации с практическими навыками работы с актуальными на сегодняшний день технологиями. Так с целью исследований в области цифровой обработки сигналов в Военном учебном центре Сибирского Федерального Университета (СФУ), г. Красноярск, была создана лаборатория «Приемо-передающие системы специального назначения» [25].

Курсантами Военного учебного центра СФУ в рамках дипломного проектирования разрабатываются аппаратно-программные комплексы, в частности, используемые как передающие устройства, приемные устройства и генераторы сигналов, как постановщики

помех. Данные исследования проводятся с целью повышения помехоустойчивости систем радиопередачи. Также проводятся работы на базе научно-образовательного центра «Беспроводные инфотелекоммуникационные сети» СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича [20] для исследования оборудования, применяемого для работы сетей 5G. Данные работы дают понять важность развития технологий SDR в образовательной деятельности.

### **Заключение**

Радиосистемы на основе технологий SDR обеспечивают гибкое управление радиочастотным спектром, в частности быстрое и надежное распознавание незанятых частот из определенного диапазона в условиях динамически изменяющейся электронной среды, генерация сигналов определенных частот для создания заградительных помех, определение местоположения радиоустройств. Однако выбор частотного диапазона осложняется неизвестными и изменяющимися во времени дисперсией шума, количеством и динамическим диапазоном сигналов в анализируемой полосе пропускания.

Использование SDR технологии может быть обосновано тем, что она позволяет принимать и передавать сигналы с использованием разных частот и стандартов, выбор которых зависит от самых различных факторов. Тем самым возможно применение рассматриваемой технологии в различных областях.

Использование технологии SDR описаны как в статьях отечественных авторов на русском языке [1, 3-4, 6-14, 16-25], так и в статьях зарубежных и отечественных авторов на английском языке [2, 5, 15].

*Благодарности: работа выполнена в рамках программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030» СибГУ им. М.Ф. Решетнева.*

### **Список литературы**

1. Галкин В.А. Основы программно-конфигурируемого радио. – М.: Горячая линия – Телеком, 2015. – 372 с., ил.
2. Hassan Nasser, Abdelrazak Badawieh, Abdulkarim Assalem. A Survey of Software Radios: Reconfigurable Platforms, Development Tools, and Future Directions. RENSIT, 2020, 12(2):207-218; DOI: 10.17725/rensit.2020.12.207.
3. Солозобов С.А., Шевченко В.В., Щукин А.Н. Децентрализованное использование частотного ресурса декаметрового диапазона волн в сложной помеховой обстановке // Техника средств связи. 2020. № 1 (149). С. 28-36.
4. Николаев А.В., Медоев В.Э. Реализация механизма идентификации несущей в модеме станции спутниковой связи на основе SDR платформы // МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «СИМВОЛ НАУКИ» № 5 / 2021. С. 29-31.
5. Buhaiov M. V. Fast Spectrum Sensing Method for Cognitive Radio // Visnyk NTUU KPI Serii a – Radiotekhnika Radioaparaturbuduvannia, 2020, Iss. 83, pp. 41–46
6. Солозобов С.А., Шевченко В.В., Щукин А.Н. Статистический выбор рабочих частот в декаметровом диапазоне волн для различных видов радиосигналов // Техника средств связи. 2020. № 2 (150). С. 55-62.

Гаипов К.Э., Демичева А.А., Малышев Д.О. Анализ методов использования программно-конфигурируемого радио в системах передачи данных // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. – 2024. – Т. 9 № 11(49) с. 9–17

---

7. Фокин Г.А., Волгушев Д.Б., Харин В.Н. Использование SDR технологии для задач сетевого позиционирования. Формирование опорных сигналов LTE // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2022. Том 16. №5. С. 28-47.
8. Фокин Г. А., Волгушев Д. Б. Использование SDR-технологии для задач сетевого позиционирования. Модели приема и обработки опорных сигналов LTE // Вестник СибГУТИ. 2022. № 3. С. 62-83.
9. Фокин Г. А., Рютин К.Е. Использование SDR-технологии для задач сетевого позиционирования: формирование информационного блока MIB // «ЭКОНОМИКА И КАЧЕСТВО СИСТЕМ СВЯЗИ» 2/2023. С. 30-42.
10. Фокин Г. А., Волгушев Д. Б. Использование SDR-технологии для задач сетевого позиционирования. Процедуры приема и обработки опорных сигналов LTE // Вестник СибГУТИ. 2023. Т. 17, № 1. С. 52–65. <https://doi.org/10.55648/1998-6920-2023-17-1-52-65>.
11. Дворников С.В., Балыков А.А. Предложения по управлению скоростью передачи и помехоустойчивостью сигналов с перестановочной частотной модуляцией // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2020. Том 14. №6. С. 20-26.
12. Жуков Г. А., Будко П. А., Дяченко А. Н. Повышение скорости обмена данными в направлениях «берег-море-берег» по радиотрактам декаметрового диапазона волн // Системы управления, связи и безопасности. 2023. № 2. С. 147-174. DOI: 10.24412/2410-9916-2023-2-147-174
13. Прасолов А.А. Обзор применения систем автоматической регулировки усиления в радиоприемных устройствах // «ЭКОНОМИКА И КАЧЕСТВО СИСТЕМ СВЯЗИ» 1/2021. С. 45-57.
14. Овчаров А.А., Хохлюк А.А. Анализ пропускной способности программируемой радиостанции с многоканальной передачей информации с учетом спектральных характеристик преднамеренных помех // Институт специальной связи и защиты информации Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского East European Scientific Journal #2(66), 2021. С. 62-71
15. Foziljonov Kh.I., Faziljanov I.R Active methods and means of information protection against leakage through channels of side electromagnetic radiation and interference // SCIENCE AND INNOVATION INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL VOLUME 2 ISSUE 4 APRIL 2023 UIF-2022: 8.2 | ISSN: 2181-3337 | SCIENTISTS.UZ. PP. 46-52.
16. Аркасов М. В., Горбачева И.И. Разработка SDR приемника для контроля дальнего эфира систем посадки воздушных судов // Актуальные проблемы авиации и космонавтики – 2021, том 3. С.1224-1225.
17. Богословский А. В., Разиньков С. Н., Сёмка Э. В., Буслаев А. Б. Применение программируемых логических интегральных схем в системах многоканальной цифровой обработки сигналов спутниковой навигации // Вестник кибернетики. 2023. Т. 22, № 2. С. 13–20. DOI 10.35266/1999-7604-2023-2-13-20.
18. Рябов И.В., Толмачев С.В. Аппаратно-программный комплекс для организации связи в полярных широтах // Радиотехнические и телекоммуникационные системы, 2020, №1. С. 62-71.
19. Устюгов В. А., Лавреш И. И., Истомина Ю. Н., Макаров П. А. О применении устройств SDR в образовательном процессе для технических специальностей вуза // Вестник

Гаипов К.Э., Демичева А.А., Малышев Д.О. Анализ методов использования программно-конфигурируемого радио в системах передачи данных // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. – 2024. – Т. 9 № 11(49) с. 9–17

Сыктывкарского университета. Сер. 1: Математика. Механика. Информатика. 2023. Вып. 2 (47). С. 56–68. [https://doi.org/10.34130/1992-2752\\_2023\\_2\\_56](https://doi.org/10.34130/1992-2752_2023_2_56)

20. Бабанов И.А., Андреев Р.А., Федоров А.С. Использование программно-определяемого радио для тестирования узла сети LTE/NR на основании специфицированных процедур // International journal of Professional Science №12-2020. С. 100-105.
21. Жигулин В. А., Пешков И. В., Фортунова Н. А. Реализация программно-определяемого радиоприемника на базе программируемых логических интегральных схем [Электронный ресурс] // Огарев-online. – 2022. – №13. – Режим доступа: <https://journal.mrsu.ru/arts/realizaciya-programmno-opredelyaemogo-radiopriemnika-na-baze-programmiruemых-logicheskix-integralnyx-sxem>
22. Николаев А.В., Медоев В.Э. Выбор и обоснование SDR платформы для реализации модема станции спутниковой связи // СИМВОЛ НАУКИ №1-2 / 2020. С. 20-23.
23. Абрамов А.А., Якуш Н.А. Разработка методики поверки USRP для высокоточного исследования радиосистем // Труды МАИ. 2022. № 127. DOI: 10.34759/trd-2022-127-12
24. Хвостунов Ю.С. Предложения по построению аналоговой части SDR радиоприёмных устройств декаметрового диапазона системы радиосвязи с ППРЧ // Техника средств связи. 2022. № 1 (157). С 35-44.
25. Гарин Е.Н., Копылов В.А., Сушкин И.Н. Научные разработки лабораторий военного учебного центра имени Героя России Генерала Армии В.П. Дубынина при ФГАОУ ВО «СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» // Вестник военного образования. Июль-август 2020 №4 (25). С. 62-66.

## References

1. Galkin V.A. Fundamentals of software-configurable radio. – М.: Hotline – Telecom, 2015. – 372 p., ill.
2. Hassan Nasser, Abdelrazak Badawieh, Abdulkarim Assalem. A Survey of Software Radios: Reconfigurable Platforms, Development Tools, and Future Directions. RENSIT, 2020, 12(2):207-218; DOI: 10.17725/rensit.2020.12.207.
3. Solozobov S.A., Shevchenko V.V., Shchukin A.N. Decentralized use of the frequency resource of the decameter wave range in a complex interference environment // Communications equipment. 2020. No. 1 (149). pp. 28-36.
4. Nikolaev A.V., Medoev V.E. Implementation of the identification mechanism of a satellite communication station in a modem based on the SDR platform // INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL "SYMBOL OF SCIENCE" No. 5 / 2021. pp. 29-31.
5. Buhaiov M. V. Fast Spectrum Sensing Method for Cognitive Radio // Visnyk NTUU KPI Serii a – Radiotekhnika Radioaparaturbuduvannia, 2020, Iss. 83, pp. 41-46
6. Solozobov S.A., Shevchenko V.V., Shchukin A.N. Statistical selection of operating frequencies in the decameter wave range for various types of radio signals // Communications equipment. 2020. No. 2 (150). pp. 55-62.
7. Fokin G.A., Volgushev D.B., Kharin V.N. Using SDR technology for network positioning tasks. Formation of LTE reference signals // T-Comm: Telecommunications and transport. 2022. Volume 16. No. 5. pp. 28-47.

8. Fokin G. A., Volgushev D. B. Using SDR technology for network positioning tasks. LTE reference signal reception and processing models // Bulletin of SibGUTI. 2022. No. 3. pp. 62-83.
9. Fokin G. A., Ryutin K.E. Using SDR technology for network positioning tasks: formation of the MIB information block // "ECONOMICS AND QUALITY OF COMMUNICATION SYSTEMS" 2/2023. pp. 30-42.
10. Fokin G. A., Volgushev D. B. Using SDR technology for network positioning tasks. Procedures for receiving and processing LTE reference signals // Bulletin of SibGUTI. 2023. Vol. 17, No. 1. pp. 52-65. <https://doi.org/10.55648/1998-6920-2023-17-1-52-65>.
11. Dvornikov S.V., Balykov A.A. Proposals for controlling the transmission rate and noise immunity of signals with permuted frequency modulation // T-Comm: Telecommunications and Transport. 2020. Volume 14. No. 6. pp. 20-26.
12. Zhukov G. A., Budko P. A., Dyachenko A. N. Increasing the speed of data exchange in the directions "coast-sea-coast" by radio paths of the decameter wave range // Control systems, communications and security. 2023. No. 2. pp. 147-174. DOI: 10.24412/2410-9916-2023-2-147-174
13. Prasolov A.A. Review of the application of automatic gain control systems in radio receivers // "ECONOMICS AND QUALITY OF COMMUNICATION SYSTEMS" 1/2021. pp. 45-57.
14. Ovcharov A.A., Khokhlyuk A.A. Analysis of the bandwidth of a programmable radio station with multichannel transmission of information taking into account the spectral characteristics of intentional interference // Institute of Special Communications and Information Protection Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute East European Scientific Journal #2(66), 2021. pp. 62-71
15. Foziljonov Kh.I., Faziljanov I.R Active methods and means of information protection against leakage through channels of side electromagnetic radiation and interference // SCIENCE AND INNOVATION INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL VOLUME 2 ISSUE 4 APRIL 2023 UIF-2022: 8.2 | ISSN: 2181-3337 | SCIENTISTS.UZ Pp. 46-52.
16. Arkasov M. V., Gorbacheva I.I. Development of an SDR receiver for monitoring the long-range broadcast of aircraft landing systems // Actual problems of aviation and cosmonautics - 2021, volume 3. pp.1224-1225.
17. Bogoslovsky A.V., Razinkov S. N., Semka E. V., Buslaev A. B. Application of programmable logic integrated circuits in multichannel digital signal processing systems of satellite navigation // Bulletin of Cybernetics. 2023. Vol. 22, No. 2. pp. 13-20. DOI 10.35266/1999-7604-2023-2-13-20
18. Ryabov I.V., Tolmachev S.V. Hardware and software complex for communication in polar latitudes // Radio engineering and telecommunication systems, 2020, No. 1. pp. 62-71.
19. Ustyugov V. A., Lavresh I. I., Istomin Yu. N., Makarov P. A. On the use of SDR devices in the educational process for technical specialties of the university // Bulletin of Syktyvkar University. Ser. 1: Mathematics. Mechanics. Computer science. 2023. Issue 2 (47). pp. 56-68. [https://doi.org/10.34130/1992-2752\\_2023\\_2\\_56](https://doi.org/10.34130/1992-2752_2023_2_56)
20. Babanov I.A., Andreev R.A., Fedorov A.S. The use of software-defined radio for testing an LTE/NR network node based on specified procedures // International journal of Professional Science No. 12-2020. pp. 100-105.



21. Zhigulin V. A., Peshkov I. V., Fortunova N. A. Implementation of a software-defined radio receiver based on programmable logic integrated circuits [Electronic resource] // Ogarev-online. – 2022. – No.13. – Access mode: <https://journal.mrsu.ru/arts/realizaciya-programmno-opredelyaemogo-radiopriemnika-na-baze-programmiruemyx-logicheskix-integralnyx-sxem>
  22. Nikolaev A.V., Medoev V.E. The choice and justification of an SDR platform for the implementation of a satellite communication station modem // SYMBOL OF SCIENCE No.1-2 / 2020. pp. 20-23.
  23. Abramov A.A., Yakush N.A. Development of the USRP verification methodology for high-precision research of radio systems // Proceedings of MAI. 2022. No. 127. DOI: 10.34759/trd-2022-127-12
  24. Khvostunov Yu.S. Proposals for the construction of the analog part of the SDR radio receiver devices of the decimeter range of the radio communication system with RF // Equipment of communication means. 2022. No. 1 (157). From 35-44.
  25. Garin E.N., Kopylov V.A., Sushkin I.N. SCIENTIFIC DEVELOPMENTS OF LABORATORIES OF THE MILITARY TRAINING CENTER NAMED AFTER HERO OF RUSSIA ARMY GENERAL V.P. DUBYNIN AT THE FEDERAL STATE EDUCATIONAL INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION "SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY" // Bulletin of military education. July-August 2020 No.4 (25). pp. 62-66.
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.056

## ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ МЕТОДОЛОГИИ SOAR

**Удальцов К.Р.**

*ФГБОУ ВО САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФЕССОРА М. А. БОНЧ-БРУЕВИЧА, Санкт-Петербург, Россия (193232, г. Санкт-Петербург, просп. Большевиков, 22, корп. 1), e-mail: 2003.06.10kr@gmail.com*

Статья представляет собой исследование и анализ методологии SOAR (Strengths, Opportunities, Aspirations, Results), которая используется для стратегического планирования и организационного развития. Методология SOAR фокусируется на выявлении сильных сторон, возможностей, стремлений и результатов для создания эффективных стратегий и решений. В статье подробно рассматриваются принципы и этапы внедрения SOAR, его преимущества по сравнению с другими стратегическими подходами, а также примеры успешного применения этой методологии в различных организациях. Исследуются ключевые аспекты, такие как улучшение командной работы, усиление инноваций и повышение общего уровня удовлетворенности в организациях.

Ключевые слова: SOAR, стратегическое планирование, организационное развитие, сильные стороны, возможности, стремления, результаты, инновации, командная работа, управление изменениями.

## RESEARCH AND ANALYSIS OF THE SOAR METHODOLOGY

**Udaltsov K.R.**

*ST. PETERSBURG STATE UNIVERSITY OF TELECOMMUNICATIONS NAMED AFTER PROFESSOR M. A. BONCH-BRUEVICH, St. Petersburg, Russia (193232, St. Petersburg, ave. Bolshhevikov, 22, bldg. 1), e-mail: 2003.06.10kr@gmail.com*

The article is a study and analysis of the SOAR (Strengths, Opportunities, Aspirations, Results) methodology, which is used for strategic planning and organizational development. The SOAR methodology focuses on identifying strengths, opportunities, aspirations and results to create effective strategies and solutions. The article discusses in detail the principles and stages of SOAR implementation, its advantages over other strategic approaches, as well as examples of successful application of this methodology in various organizations. Key aspects such as improved teamwork, increased innovation, and increased overall satisfaction in organizations are explored.

Keywords: SOAR, strategic planning, organizational development, strengths, opportunities, aspirations, results, innovations, teamwork, change management.

Методология SOAR (Strengths, Opportunities, Aspirations, Results) представляет собой подход к стратегическому планированию и организационному развитию, который фокусируется на положительных аспектах и перспективах. В отличие от традиционных методов, таких как SWOT-анализ, которые акцентируют внимание на слабых сторонах и угрозах, SOAR стремится выявить и использовать внутренние ресурсы и возможности для достижения устойчивого роста и успешных результатов.

Статья посвящена глубокому анализу методологии SOAR, ее ключевым элементам и применению в современных организациях. В ней рассматривается, как использование сильных сторон и возможностей может способствовать не только улучшению внутренней

среды, но и достижению значимых результатов. Мы исследуем принципы и этапы внедрения SOAR, его преимущества и отличия от других подходов, а также примеры успешного применения этой методологии в различных контекстах.

Цель статьи — предоставить читателям комплексное представление о методологии SOAR, помочь понять, как ее можно эффективно использовать для создания стратегий и решения организационных задач, а также продемонстрировать ее потенциал в обеспечении устойчивого успеха.[1]

SOAR: Методология стратегического планирования и организационного развития

Методология SOAR (Strengths, Opportunities, Aspirations, Results) представляет собой инструмент стратегического планирования, ориентированный на выявление и использование положительных аспектов и возможностей. В отличие от традиционных подходов, таких как SWOT-анализ, которые также учитывают слабые стороны и угрозы, SOAR сосредоточен на ресурсах и потенциале организации, способствуя созданию инновационных и устойчивых стратегий.[2]

Первый этап методологии SOAR заключается в идентификации и оценке сильных сторон организации. Это может включать уникальные ресурсы, компетенции, опыт и другие факторы, которые обеспечивают конкурентные преимущества. Основная цель этого этапа — использовать внутренние ресурсы для достижения стратегических целей.

На втором этапе анализируются внешние возможности, которые могут быть использованы для дальнейшего развития. Это может включать рыночные тренды, новые технологии, изменения в законодательстве или демографические изменения. Определение и использование возможностей позволяет организации адаптироваться к изменяющимся условиям и находить новые направления для роста.

Третий этап фокусируется на выявлении стремлений и амбиций организации. Это может включать долгосрочные цели, миссию и видение. Определение стремлений помогает установить четкие цели и мотивацию для всей организации, что способствует более целенаправленному и согласованному движению к успеху.[3]

Четвертый этап посвящен определению желаемых результатов и критериев успеха. Это включает в себя создание измеримых целей, которые будут служить индикаторами достижения стратегических целей. Оценка результатов позволяет контролировать процесс и вносить коррективы в стратегию по мере необходимости.

Далее речь пойдет о преимуществах SOAR.[4]

SOAR предлагает позитивный подход к стратегическому планированию, сосредоточенный на использовании сильных сторон и возможностей. Это способствует созданию более мотивированной и сплоченной команды, что может привести к повышению производительности и инновационности.

Методология SOAR позволяет организациям гибко адаптироваться к изменениям внешней среды, используя выявленные возможности и сильные стороны. Это помогает сохранять конкурентоспособность и достигать успеха в динамичных условиях.

Фокус на стремлениях и результатах способствует созданию долгосрочных стратегий и целей, что позволяет организациям достигать устойчивого роста и развития. Это подход помогает не только в краткосрочной перспективе, но и в долгосрочной стратегии.[5]

Методология SOAR была успешно применена в различных организациях и секторах. Примеры успешного применения включают:

Корпоративные стратегии: Использование SOAR для разработки стратегий роста и инноваций в крупных корпорациях.

Некоммерческие организации: Применение SOAR для улучшения внутреннего управления и реализации миссий в некоммерческих организациях.

Государственные учреждения: Внедрение SOAR для оптимизации работы и повышения эффективности государственных программ.

Методология SOAR предоставляет мощный инструмент для стратегического планирования и организационного развития, сосредоточенный на выявлении и использовании сильных сторон и возможностей. Ее применение позволяет организациям разрабатывать эффективные стратегии, адаптироваться к изменениям и достигать устойчивого роста. Внедрение SOAR способствует созданию позитивной организационной культуры, повышению инновационности и достижению долгосрочного успеха.

### Список литературы

1. Штеренберг С. И., Москальчук А. И., Красов А. В. Разработка сценариев безопасности для создания уязвимых виртуальных машин и изучения методов тестирования на проникновения–Информационные технологии и телекоммуникации, 2021 //Т. – 2021. – Т. 9. – С. 1-2.
2. Катасонов А. И., Штеренберг С. И., Цветков А. Ю. Оценка стойкости механизма, реализующего... Мандатную сущностно-ролевую модель разграничения прав доступа в операционных системах семейства gnu linux //Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. – 2020. – №. 2. – С. 50-56.
3. Штеренберг С. И. Методика применения в адаптивной системе локальных вычислительных сетей стегаживания в исполнимые файлы на основе самомодифицирующегося кода //Системы управления и информационные технологии. – 2016. – №. 1. – С. 51-54.
4. Алехин Р. В. и др. Исследование критической уязвимости сервиса аутентификации и последствий для медицинских учреждений, относящихся к субъектам критической информационной инфраструктуры //Офтальмохирургия. – 2022. – №. 4s. – С. 115-122.

### References

1. Shterenberg S. I., Moskalchuk A. I., Krasov A.V. Development of security scenarios for creating vulnerable virtual machines and studying penetration testing methods–Information Technologies and Telecommunications, 2021 //Т. – 2021. – Vol. 9. – pp. 1-2.
  2. Katasonov A. I., Shterenberg S. I., Tsvetkov A. Yu. Assessment of the stability of the mechanism implementing... The mandatory essential role model of access rights differentiation in gnu linux operating systems //Bulletin of the St. Petersburg State University of Technology and Design. Series 1: Natural and Technical Sciences. – 2020. – No. 2. – pp. 50-56.
  3. Shterenberg S. I. Method of application in an adaptive system of local area networks of embedding into executable files based on self-modifying code //Management systems and information technologies. - 2016. – No. 1. – pp. 51-54.
  4. Alekhine R. V. et al. Investigation of the critical vulnerability of the authentication service and the consequences for medical institutions related to the subjects of critical information infrastructure //Ophthalmosurgery. – 2022. – No. 4s. – pp. 115-122.
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.056

## УЯЗВИМОСТЬ В JOOMIFY: ОБЗОР CVE-2023-23752 И ЕЁ ВЛИЯНИЕ НА БЕЗОПАСНОСТЬ JOOMLA САЙТОВ

**Пивоварова У.А.**

*ФГБОУ ВО САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФЕССОРА М. А. БОНЧ-БРУЕВИЧА, Санкт-Петербург, Россия (193232, г. Санкт-Петербург, просп. Большевиков, 22, корп. 1), e-mail: pivovarova.ulyana2017@yandex.ru*

В статье рассматривается недавно выявленная уязвимость CVE-2023-23752, которая затрагивает расширение Joomify для Joomla. Анализируется механизм уязвимости, её возможные последствия для сайтов на Joomla, а также предложенные методы защиты и предотвращения эксплуатации уязвимости. Обсуждаются меры по минимизации рисков для администраторов и владельцев веб-сайтов на основе Joomla.

Ключевые слова: CVE-2023-23752, Joomify, уязвимость, безопасность, Joomla, кибербезопасность, защита веб-сайтов, атаки, патч

## VULNERABILITY IN JOOMIFY: A REVIEW OF CVE-2023-23752 AND ITS IMPACT ON JOOMLA WEBSITE SECURITY

**Pivovarova U.A.**

*ST. PETERSBURG STATE UNIVERSITY OF TELECOMMUNICATIONS NAMED AFTER PROFESSOR M. A. BONCH-BRUEVICH, St. Petersburg, Russia (193232, St. Petersburg, ave. Bolshhevikov, 22, bldg. 1), e-mail: pivovarova.ulyana2017@yandex.ru*

This article explores the newly discovered CVE-2023-23752 vulnerability affecting the Joomify extension for Joomla. It examines the vulnerability mechanism, its potential impact on Joomla-based websites, and the recommended methods for safeguarding against exploitation. The discussion also covers risk mitigation strategies for administrators and website owners using Joomla.

Keywords: CVE-2023-23752, Joomify, vulnerability, security, Joomla, cybersecurity, website protection, attacks, patch..

### Введение

В современном мире кибербезопасность является одной из ключевых задач для владельцев веб-сайтов, особенно для тех, кто использует популярные платформы управления контентом (CMS) как Joomla. Недавно было выявлено, что расширение Joomify для Joomla содержит серьезную уязвимость — CVE-2023-23752, которая может представлять значительную угрозу для безопасности сайтов. Эта уязвимость позволяет злоумышленникам получать несанкционированный доступ к данным и выполнять произвольные действия на целевом сервере.

Joomify — популярное расширение для Joomla, которое используется для добавления разнообразного функционала на сайты. Однако, как это часто бывает, популярные расширения могут стать целью атак, если в их коде найдены уязвимости. В данной статье мы рассмотрим,

как именно работает уязвимость CVE-2023-23752, какие риски она несет для пользователей, и что можно предпринять для защиты сайта от возможных атак.

### **Механизм уязвимости CVE-2023-23752**

CVE-2023-23752 представляет собой уязвимость в обработке запросов к серверу в Joomify, что может позволить злоумышленнику обойти механизм аутентификации и выполнить произвольные действия от имени пользователя с привилегиями администратора. Эта проблема связана с недостаточной проверкой входящих данных, что открывает возможность для эксплуатации так называемой уязвимости типа "Injection" или "SQL-инъекции"[3].

Злоумышленник, используя специально сконструированные запросы, может получить доступ к чувствительной информации сайта, включая учетные данные пользователей, или внести изменения в конфигурацию сайта без соответствующих прав доступа. Проблема также усугубляется тем, что атака может быть осуществлена удаленно, без непосредственного доступа к серверу[2].

### **Последствия для безопасности Joomla-сайтов**

Уязвимость CVE-2023-23752 имеет высокую степень опасности, так как она предоставляет широкие возможности для злоупотреблений. Среди возможных последствий:

Кража данных: злоумышленники могут получить доступ к конфиденциальной информации пользователей, включая пароли и платежные данные.

Изменение сайта: атакующий может внести изменения в структуру сайта, внедрить вредоносный код или полностью нарушить его работоспособность.

Использование сайта для последующих атак: сайт может быть использован как платформа для проведения атак на других пользователей или системы.

Без своевременного применения исправлений (патчей), уязвимость может привести к серьезным последствиям для владельцев сайтов и их пользователей[1].

### **Методы защиты и минимизации рисков**

Для защиты Joomla-сайтов от эксплуатации уязвимости CVE-2023-23752 рекомендуется немедленно обновить расширение Joomify до последней версии, в которой устранены обнаруженные проблемы. Разработчики Joomify уже выпустили соответствующий патч, и его установка должна стать первоочередной задачей для всех администраторов, использующих это расширение.

Кроме того, стоит рассмотреть следующие меры:

Регулярное обновление CMS и всех расширений: всегда следите за выходом обновлений, особенно если они касаются безопасности.

Использование Web Application Firewall (WAF): для дополнительной защиты можно использовать WAF, который блокирует подозрительные запросы на ранних стадиях[4].

Ограничение доступа к административной панели: использование двухфакторной аутентификации и ограничение IP-адресов, имеющих доступ к панели управления, также помогут снизить риски[5].

### **Заключение**

CVE-2023-23752 — серьезная уязвимость, которая затрагивает тысячи сайтов на платформе Joomla, использующих расширение Joomlaify. Эта уязвимость подчеркивает важность регулярного обновления как самой CMS, так и всех её компонентов. В условиях растущей угрозы кибератак администраторам сайтов крайне важно следить за безопасностью своих ресурсов, своевременно устранять уязвимости и применять передовые методы защиты. Соблюдение этих принципов позволит минимизировать риски и сохранить сайт в безопасности.

### **Список литературы**

1. Петрова Т. В. и др. Подходы обнаружения беспроводной точки доступа злоумышленника в локальной вычислительной сети //Региональная информатика (РИ-2022). – 2022. – С. 572-573.
2. Волкогонов В. Н. и др. Применение физически неклонированных функций для выполнения аутентификации в среде интернета вещей //Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. – 2021. – С. 409-414.
3. Шемякин С. Н., Ахметшина М. Э., Катасонов А. И. Поиск функций, обладающих наилучшими характеристиками в классе от 4 переменных //Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. – 2020. – №. 4. – С. 61-65.
4. Кушнир Д. В., Шемякин С. Н., Орлов Г. А. Представление некоторых аспектов отсеивания составных чисел для криптографических приложений //Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. – 2020. – №. 1. – С. 25-28.
5. Калинин М. О., Штеренберг С. И. Анализ информационной безопасности предприятия на основе мониторинга информационных ресурсов с использованием машинного обучения //Интеллектуальные технологии на транспорте. – 2018. – №. 3 (15). – С. 47-54.

### **References**

1. Petrova T. V. et al. Approaches to Detecting an Attacker's Wireless Access Point in a Local Computing Network // Regional Informatics (RI-2022). – 2022. – P. 572-573.
2. Volkogonov V. N. et al. Application of Physical Non-Cloning Functions for Authentication in the Internet of Things Environment. – 2021. – pp. 409-414.
2. Shterenberg S. I., Moskalchuk A. I., Krasov A.V. Development of security scenarios for creating vulnerable virtual machines and studying penetration testing methods–Information Technologies and Telecommunications, 2021 //T. – 2021. – Vol. 9. – pp. 1-2.
3. Shemyakin S. N., Akhmetshina M. E., Katasonov A. I. Search for functions possessing the best characteristics in a class of 4 variables. Series 1: Natural and Technical Sciences. – 2020. – №. 4. – pp. 61-65.
4. Kushnir D. V., Shemyakin S. N., Orlov G. A. Predstavlenie nekotorykh aspekty otsiftirovaniya kompozitnykh chislov dlya kriptograficheskikh pridezhenenii [Presentation of some aspects of sifting composite numbers for cryptographic applications]. Series 1: Natural and Technical Sciences. – 2020. – №. 1. – pp. 25-28.

Пивоварова У.А. Уязвимость в JOOMIFY: обзор CVE-2023-23752 и её влияние на безопасность JOOMLA сайтов // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности.– 2024. – Т. 9 № 11(49) с. 21–24

---

5. Kalinin M. O., Shterenberg S. I. Analysis of information security of the enterprise based on monitoring of information resources using machine learning. – 2018. – №. 3 (15). – pp. 47-54.
-





Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.056

## ИЗУЧЕНИЕ ИНСТРУМЕНТА VELOCIRAPTOR

**Удальцов К.Р.**

*ФГБОУ ВО САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФЕССОРА М. А. БОНЧ-БРУЕВИЧА, Санкт-Петербург, Россия (193232, г. Санкт-Петербург, просп. Большевиков, 22, корп. 1), e-mail: 2003.06.10kr@gmail.com*

Статья "Velociraptor" посвящена новейшим достижениям в области информационной безопасности, фокусируясь на инструменте Velociraptor для проведения активного мониторинга и анализа систем. Автор исследует функциональные возможности этого мощного средства, его применение для выявления угроз, анализа инцидентов и оптимизации защиты от атак. Обсуждаются особенности установки и настройки Velociraptor, его интеграция с другими системами безопасности и практические примеры использования в реальных сценариях. Статья предоставляет полезную информацию для специалистов по безопасности, стремящихся улучшить свои навыки и повысить уровень защиты информационных систем.

Ключевые слова: Velociraptor, информационная безопасность, мониторинг систем, анализ инцидентов, защита от атак, инструменты безопасности, интеграция систем, обнаружение угроз.

## LEARNING THE VELOCIRAPTOR TOOL

**Udaltsov K.R.**

*ST. PETERSBURG STATE UNIVERSITY OF TELECOMMUNICATIONS NAMED AFTER PROFESSOR M. A. BONCH-BRUEVICH, St. Petersburg, Russia (193232, St. Petersburg, ave. Bolshhevikov, 22, bldg. 1), e-mail: 2003.06.10kr@gmail.com*

The article "Velociraptor" is devoted to the latest achievements in the field of information security, focusing on the Velociraptor tool for active monitoring and analysis of systems. The author explores the functionality of this powerful tool, its application to identify threats, analyze incidents and optimize protection against attacks. The features of installing and configuring Velociraptor, its integration with other security systems, and practical examples of use in real-world scenarios are discussed. The article provides useful information for security professionals seeking to improve their skills and increase the level of protection of information systems.

Keywords: Velociraptor, information security, system monitoring, incident analysis, attack protection, security tools, system integration, threat detection.

В условиях постоянно развивающихся киберугроз и возрастания сложности информационных систем, обеспечение надежной защиты данных и систем становится одной из приоритетных задач в области информационной безопасности. Одним из ключевых аспектов успешной защиты является способность оперативно обнаруживать и анализировать потенциальные угрозы, а также эффективно реагировать на инциденты. В этой связи инструменты, позволяющие осуществлять активный мониторинг и глубокий анализ систем, играют критически важную роль.

Одним из таких инструментов является Velociraptor, который привлек внимание специалистов своей функциональностью и гибкостью. Velociraptor представляет собой современное решение для мониторинга систем, которое позволяет проводить детальный

анализ инцидентов, выявлять угрозы и оптимизировать процессы защиты. Этот инструмент предоставляет широкие возможности для сбора и обработки данных, выполнения запросов по анализу, а также для интеграции с другими системами безопасности.[1]

Цель данной статьи – предоставить обзор возможностей Velociraptor, рассмотреть его ключевые функции и преимущества, а также продемонстрировать его практическое применение в реальных условиях. В статье будут освещены основные аспекты установки и настройки инструмента, его использование для обнаружения угроз и анализа инцидентов, а также предложены рекомендации по эффективной интеграции Velociraptor в существующую инфраструктуру безопасности. Таким образом, данная работа направлена на помощь специалистам по информационной безопасности в улучшении их практических навыков и повышении уровня защиты информационных систем.

Velociraptor — это современный инструмент для мониторинга и анализа информационных систем, разработанный с целью упрощения процесса обнаружения угроз и анализа инцидентов. Он обеспечивает гибкие возможности для сбора и обработки данных, что позволяет специалистам по информационной безопасности эффективно реагировать на возникающие угрозы и улучшать защиту своих систем.

Velociraptor предлагает ряд ключевых функций, которые делают его ценным инструментом в арсенале профессионалов по информационной безопасности:[2]

Сбор и анализ данных: Velociraptor позволяет собирать данные из различных источников, включая файлы, реестры, процессы и сетевые соединения. Этот инструмент поддерживает мощные запросы на основе языка запросов, что упрощает анализ больших объемов данных.[3]

Гибкость запросов: Один из наиболее значимых аспектов Velociraptor — это возможность создавать сложные запросы для выявления специфических паттернов и аномалий в системе. Это позволяет детализировать анализ и быстро реагировать на потенциальные угрозы.

Реальное время и исторические данные: Velociraptor поддерживает как мониторинг в реальном времени, так и анализ исторических данных, что позволяет отслеживать и анализировать события, произошедшие в системе в прошлом.

Автоматизация задач: Инструмент позволяет автоматизировать многие задачи, такие как сбор данных и выполнение запросов, что снижает нагрузку на специалистов и повышает эффективность работы.[4]

Установка Velociraptor относительно проста и может быть выполнена на различных платформах. Процесс включает следующие этапы:

Загрузка и установка: Сначала необходимо загрузить актуальную версию Velociraptor с официального сайта проекта и следовать инструкциям по установке.

Настройка агента: После установки требуется настроить агентов Velociraptor на целевых системах. Агенты будут выполнять запросы и собирать данные в соответствии с заданными правилами.

Конфигурация сервера: Важным этапом является настройка сервера Velociraptor, который будет обрабатывать запросы и хранить результаты анализа. Сервер должен быть настроен в соответствии с требованиями организации и объемом обрабатываемых данных.

Velociraptor легко интегрируется с различными системами и инструментами безопасности, такими как SIEM-системы и системы управления инцидентами. Это позволяет

объединить данные из различных источников и получить более полное представление о состоянии безопасности системы.

Интеграция с SIEM: Velociraptor может передавать данные и события в SIEM-системы для более глубокого анализа и корреляции.

API и сценарии: Инструмент поддерживает API и возможность создания пользовательских сценариев для интеграции с другими системами и автоматизации рабочих процессов.[5]

Примеры использования Velociraptor в реальных условиях подчеркивают его эффективность и универсальность:

Обнаружение вредоносного ПО: Velociraptor можно использовать для поиска следов вредоносного ПО на системах, включая выявление подозрительных файлов и процессов.

Анализ инцидентов: В случае инцидентов безопасности инструмент помогает проводить детальный анализ, включая восстановление истории изменений и выявление точек компрометации.

Мониторинг систем: Velociraptor обеспечивает постоянный мониторинг системы и помогает обнаруживать аномалии, которые могут указывать на потенциальные угрозы.

Velociraptor представляет собой мощный инструмент для мониторинга и анализа систем безопасности, предлагающий широкий спектр функций для обнаружения угроз и управления инцидентами. Его гибкость, возможности автоматизации и интеграции делают его ценным ресурсом для специалистов по информационной безопасности. Эффективное использование Velociraptor может значительно повысить уровень защиты информационных систем и улучшить способность реагировать на киберугрозы.

## Список литературы

1. Штеренберг, С. И. Компьютерные вирусы / С. И. Штеренберг, А. В. Красов, А. Ю. Цветков. Том Часть 1. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, 2015. – 63 с. – EDN СММЕML.
2. Штеренберг С. И. Анализ работы алгоритмов защиты информации на основе самомодифицирующегося кода с применением стеговложения //Научные технологии в космических исследованиях Земли. – 2016. – Т. 8. – №. 2. – С. 86-90.
3. Катасонов А. И., Штеренберг С. И., Цветков А. Ю. Оценка стойкости механизма, реализующего... Мандатную сущностно-ролевую модель разграничения прав доступа в операционных системах семейства gnu linux //Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. – 2020. – №. 2. – С. 50-56.
4. Виткова Л. А., Ахрамеева К. А., Грузинский Б. А. Использование геометрических хеш-функций в информационной безопасности //Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. – 2017. – Т. 37. – №. 3. – С. 5-9.
5. Бирих Э. В., Ферапонтова С. С. К вопросу об аудите персональных данных //Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2018). – 2018. – С. 111-114.

## References

1. Shterenberg, S. I. Computer viruses / S. I. Shterenberg, A.V. Krasov, A. Yu. Tsvetkov. Volume Part 1. – St. Petersburg : St. Petersburg State University of Telecommunications named after Prof. M.A. Bonch-Bruevich, 2015. – 63 p. – EDN CMMEMML.
  2. Shterenberg S. I. Analysis of the work of information security algorithms based on self-modifying code using a stack //High-tech technologies in space exploration of the Earth. - 2016. – Vol. 8. – No. 2. – pp. 86-90.
  3. Katasonov A. I., Shterenberg S. I., Tsvetkov A. Yu. Assessment of the stability of the mechanism implementing... The mandatory essential role model of access rights differentiation in gnu linux operating systems //Bulletin of the St. Petersburg State University of Technology and Design. Series 1: Natural and Technical Sciences. - 2020. – No. 2. – pp. 50-56.
  4. Vitkova L. A., Akhrameeva K. A., Gruzinsky B. A. The use of geometric hash functions in information security //News of higher educational institutions. Light industry technology. - 2017. – vol. 37. – No. 3. – pp. 5-9.
  5. Birikh E. V., Ferapontova S. S. On the issue of personal data audit //Actual problems of infotelecommunications in science and education (APINO 2018). – 2018. – pp. 111-114.
-



ОТКРЫТАЯ НАУКА  
издательство

Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.056

## PAPERCUT: УЯЗВИМОСТЬ CVE-2023-27350 И ЕЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ДЛЯ КОРПОРАТИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

**Пивоварова У.А.**

*ФГБОУ ВО САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФЕССОРА М. А. БОНЧ-БРУЕВИЧА, Санкт-Петербург, Россия (193232, г. Санкт-Петербург, просп. Большевиков, 22, корп. 1), e-mail: pivovarova.ulyana2017@yandex.ru*

**В данной статье рассматривается критическая уязвимость CVE-2023-27350 в популярном ПО для управления печатью PaperCut. Подробно анализируются природа уязвимости, способы ее эксплуатации злоумышленниками и возможные последствия для корпоративных сетей. Также представлены рекомендации по защите и устранению уязвимости, чтобы минимизировать риски для организаций.**

**Ключевые слова:** PaperCut, CVE-2023-27350, уязвимость, кибербезопасность, управление печатью, защита данных, корпоративная безопасность, эксплуатация уязвимостей, обновления безопасности.

## PAPERCUT: VULNERABILITY CVE-2023-27350 AND ITS IMPLICATIONS FOR CORPORATE SECURITY

**Pivovarova U.A.**

*ST. PETERSBURG STATE UNIVERSITY OF TELECOMMUNICATIONS NAMED AFTER PROFESSOR M. A. BONCH-BRUEVICH, St. Petersburg, Russia (193232, St. Petersburg, ave. Bolshhevikov, 22, bldg. 1), e-mail: pivovarova.ulyana2017@yandex.ru*

**This article explores the critical vulnerability CVE-2023-27350 in the widely used print management software PaperCut. It provides a detailed analysis of the vulnerability, methods of exploitation by attackers, and the potential consequences for corporate networks. Additionally, the article offers recommendations on how to mitigate the risk and patch the vulnerability to protect organizations.**

**Keywords:** PaperCut, CVE-2023-27350, vulnerability, cybersecurity, print management, data protection, corporate security, vulnerability exploitation, security updates.

### Введение

Современные компании активно используют специализированное программное обеспечение для управления печатью, и одним из популярных решений является PaperCut. Однако в начале 2023 года стало известно о критической уязвимости в этой системе — CVE-2023-27350. Эта уязвимость вызвала большой резонанс в киберсообществе, так как позволяет злоумышленникам получить несанкционированный доступ к системе, а в некоторых случаях — полный контроль над корпоративными сетями. В данной статье мы рассмотрим природу уязвимости, как она может быть использована, какие риски несет для компаний и как можно защититься от подобных угроз.

### Природа уязвимости CVE-2023-27350

CVE-2023-27350 относится к категории удалённых уязвимостей, позволяющих злоумышленникам получить доступ к серверу PaperCut без аутентификации. Уязвимость была обнаружена в механизме авторизации PaperCut, что позволило злоумышленникам выполнять произвольный код на сервере, получая контроль над печатными заданиями и другими внутренними ресурсами компании.

Одной из самых опасных сторон этой уязвимости является её относительно простая эксплуатация. Злоумышленнику не требуется сложных инструментов или глубоких знаний о внутренней архитектуре PaperCut. В некоторых случаях атака может быть проведена с использованием обычного удалённого доступа, а её последствия могут быть разрушительными — от утечки данных до полной остановки работы предприятия[2].

### **Способы эксплуатации уязвимости**

Злоумышленники могут использовать CVE-2023-27350 для различных целей. Среди них:

Удалённое выполнение кода (RCE): злоумышленник может внедрить и запустить произвольные программы на сервере PaperCut, что может привести к компрометации всей системы[1].

Управление печатными заданиями: контроль над заданиями на печать может привести к утечке конфиденциальной информации, что особенно опасно для компаний, работающих с документами высокой важности.

Распространение вредоносного ПО: через сервер PaperCut злоумышленники могут внедрить вирусы или шпионское ПО в корпоративную сеть, что может вызвать массовое заражение устройств.

### **Последствия для корпоративной безопасности**

Уязвимость CVE-2023-27350 представляет собой серьёзную угрозу для компаний, использующих PaperCut в своей инфраструктуре. В первую очередь, это риск утечки конфиденциальных данных. В условиях цифровой трансформации, когда печатные документы могут содержать важные финансовые отчёты, юридические документы и личные данные клиентов, утечка такой информации может привести к значительным финансовым и репутационным потерям[3].

Кроме того, компрометация системы печати может быть использована как стартовая точка для более масштабных атак на корпоративную сеть. После получения контроля над сервером PaperCut, злоумышленник может использовать его для дальнейшего проникновения в сеть, взлома других систем или даже полного отключения корпоративных сервисов.

### **Рекомендации по защите**

Чтобы минимизировать риски, связанные с CVE-2023-27350, рекомендуется принять следующие меры:

Обновление ПО: первое и самое важное действие — обновить PaperCut до последней версии, где данная уязвимость закрыта[4].

Мониторинг сетевой активности: регулярный анализ логов серверов PaperCut может помочь вовремя выявить подозрительную активность.

Ограничение доступа: ограничьте доступ к серверу PaperCut только доверенным пользователям и устройствам. Используйте двухфакторную аутентификацию для дополнительной защиты.

Сегментация сети: разделение сети на сегменты ограничит возможности злоумышленников в случае взлома одной из систем[5].

### **Заключение**

CVE-2023-27350 стала очередным напоминанием о важности постоянного мониторинга и обновления программного обеспечения. Уязвимости в таких ключевых системах, как PaperCut, могут представлять серьезную угрозу для безопасности данных и всей корпоративной инфраструктуры. Организациям следует не только своевременно обновлять свои системы, но и внедрять более строгие меры безопасности, чтобы минимизировать возможные риски. В условиях роста кибератак каждый новый уязвимый компонент может стать входной точкой для злоумышленников, поэтому компании должны быть максимально подготовлены к подобным вызовам.

### **Список литературы**

1. Богомаз М. Э., Михайлова Л. А., Поляничева А. В. ИНСТРУМЕНТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ IP-ТЕЛЕФОНИИ //Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2022). – 2022. – С. 170-172.
2. Волкогонов В. Н. и др. Применение физически неклонируемых функций для выполнения аутентификации в среде интернета вещей //Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. – 2021. – С. 409-414.
3. Синельщиков В. С., Цветков А. Ю. Защита персональных данных на предприятии //Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2021). – 2021. – С. 653-657.
4. Леснова Е. М., Пестов И. Е. Разработка метода обнаружения и коррекции ошибок для распределенной информационной сети на основе больших данных //Региональная информатика и информационная безопасность. – 2018. – С. 236-240.
5. Кушнир Д. В. Исследование и разработка методов распределения конфиденциальных данных по квантовым каналам : дис. – Санкт-Петербург. гос. ун-т телекоммуникаций им. МА Бонч-Бруевича, 1996.

### **References**

1. Bogomaz M. E., Mikhailova L. A., Polyanicheva A. V. TOOLS FOR ENSURING THE SECURITY OF IP TELEPHONY // Actual problems of infotelecommunications in science and education (APINO 2022). – 2022. – pp. 170-172.
2. Volkogonov V. N. et al. Application of Physical Non-Cloning Functions for Authentication in the Internet of Things Environment. – 2021. – pp.409-414.
3. Sinelshchikov V. S., Tsvetkov A. Y. Zashchita lichnykh dannykh na predpriyatiye [Protection of personal data at the enterprise]. – 2021. – pp. 653-657.
4. Lesnova E. M., Pestov I. E. Development of a method for detecting and correcting errors for a distributed information network based on big data. – 2018. – pp. 236-240.

5. Kushnir D. V. Research and development of methods for the distribution of confidential data on quantum channels. –Saint Petersburg. State University of Telecommunications named after MA Bonch-Bruевич, 1996.
-





Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.056

## ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ АНАЛИЗА СЕТЕВОГО ТРАФИКА ZEEK

**Удальцов К.Р.**

*ФГБОУ ВО САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФЕССОРА М. А. БОНЧ-БРУЕВИЧА, Санкт-Петербург, Россия (193232, г. Санкт-Петербург, просп. Большевиков, 22, корп. 1), e-mail: 2003.06.10kr@gmail.com*

Статья представляет собой глубокое исследование системы анализа сетевого трафика Zeek (ранее известной как Bro). Zeek - это мощный инструмент для мониторинга сетевой активности и выявления угроз в реальном времени. В статье рассматриваются основные функции и возможности Zeek, включая его способность обнаруживать сложные атаки, обеспечивать детализированный анализ сетевого трафика и интегрироваться с другими системами безопасности. Также обсуждаются примеры использования Zeek в реальных сценариях и его роль в современных системах информационной безопасности.

Ключевые слова: Zeek, сетевой мониторинг, анализ трафика, безопасность сети, обнаружение угроз, системный анализ, информационная безопасность, интеграция безопасности.

## INVESTIGATION OF THE ZEEK NETWORK TRAFFIC ANALYSIS SYSTEM

**Udaltsov K.R.**

*ST. PETERSBURG STATE UNIVERSITY OF TELECOMMUNICATIONS NAMED AFTER PROFESSOR M. A. BONCH-BRUEVICH, St. Petersburg, Russia (193232, St. Petersburg, ave. Bolshevikov, 22, bldg. 1), e-mail: 2003.06.10kr@gmail.com*

The article is an in-depth study of the Zeek network traffic analysis system (formerly known as Bro). Zeek is a powerful tool for monitoring network activity and detecting threats in real time. The article discusses the main functions and capabilities of Zeek, including its ability to detect complex attacks, provide detailed analysis of network traffic and integrate with other security systems. Examples of using Zeek in real-world scenarios and its role in modern information security systems are also discussed.

Keywords: Zeek, network monitoring, traffic analysis, network security, threat detection, system analysis, information security, security integration.

В условиях современного цифрового мира обеспечение информационной безопасности стало одной из ключевых задач для организаций всех размеров. С ростом сложности и частоты кибератак возрастает необходимость в эффективных и надежных средствах мониторинга и анализа сетевого трафика. Одним из таких инструментов является Zeek (ранее известный как Bro), который предоставляет мощные возможности для мониторинга и анализа сетевых данных.

Zeek представляет собой открытое программное обеспечение, которое используется для детектирования и анализа сетевых угроз в реальном времени. Он предлагает не только базовые функции мониторинга, но и продвинутые механизмы для обнаружения сложных атак и аномалий в сетевом трафике. Благодаря своей архитектуре и гибкости, Zeek может быть

настроен под конкретные нужды организации, обеспечивая глубокое понимание происходящих событий и потенциальных угроз.

В данной статье мы рассмотрим ключевые аспекты работы Zeek, включая его основные функции, архитектуру и принципы работы. Мы также проанализируем примеры использования Zeek в реальных сценариях, что позволит лучше понять его применение и преимущества. Основное внимание будет уделено тому, как Zeek может улучшить способность организаций выявлять и реагировать на киберугрозы, тем самым повышая общий уровень безопасности сетевой инфраструктуры.[1]

Zeek – это мощный инструмент для мониторинга сетевого трафика, который обеспечивает глубокий анализ сетевых данных и позволяет обнаруживать сложные атаки. Основные функции Zeek включают:

**Анализ сетевых протоколов:** Zeek способен анализировать широкий спектр сетевых протоколов, включая HTTP, DNS, SMTP и многие другие. Это позволяет ему выявлять аномалии и потенциальные угрозы, связанные с использованием различных протоколов.

**Обнаружение атак:** Zeek имеет встроенные скрипты и механизмы для обнаружения известных типов атак, таких как SQL-инъекции, XSS (межсайтовый скриптинг), и другие. Также он способен обнаруживать нетипичное поведение, которое может указывать на атаку.[2]

**Логирование событий:** Zeek записывает детализированные логи о сетевых событиях, что позволяет проводить ретроспективный анализ и исследовать инциденты безопасности. Эти логи включают информацию о сетевых соединениях, передачах данных и многом другом.

**Гибкость и расширяемость:** Zeek поддерживает использование скриптов на собственном языке сценариев, что позволяет пользователям создавать кастомизированные правила и расширять функциональность системы.[3]

Zeek имеет модульную архитектуру, которая состоит из нескольких ключевых компонентов:

**Сборщик данных:** Этот компонент отвечает за захват сетевого трафика и передачу его на анализ. Zeek может работать как с реальным сетевым трафиком, так и с заранее сохраненными пакетами.

**Детектор протоколов:** Этот модуль занимается анализом сетевых протоколов и выделением значимой информации из трафика. Он обрабатывает пакеты и извлекает данные, необходимые для дальнейшего анализа.

**Скриптовый движок:** Zeek использует собственный язык сценариев для написания правил и скриптов, которые позволяют пользователям настроить поведение системы в соответствии с конкретными требованиями. Скрипты могут включать правила обнаружения угроз, обработку событий и многое другое.

**Модуль логирования:** Этот компонент записывает информацию о сетевых событиях и действиях в лог-файлы. Логи могут быть использованы для анализа инцидентов и создания отчетов.[4]

Zeek применим в различных сценариях информационной безопасности:

**Обнаружение и реагирование на атаки:** В организациях Zeek используется для мониторинга сетевого трафика и выявления признаков атак, таких как сканирование портов или попытки эксплуатации уязвимостей.

**Анализ инцидентов:** После произошедшего инцидента Zeek предоставляет подробные логи и информацию, которые помогают в расследовании и устранении последствий атаки.

**Мониторинг и аудит:** Zeek позволяет организациям проводить регулярные проверки и аудит своей сетевой активности, обеспечивая постоянный мониторинг и обнаружение потенциальных угроз.

Zeek может быть интегрирован с различными системами и инструментами безопасности:

**Системы управления инцидентами безопасности (SIEM):** Zeek может передавать данные в SIEM-системы для централизованного анализа и корреляции событий безопасности.[5]

**Системы обнаружения вторжений (IDS):** В сочетании с IDS Zeek может улучшить обнаружение угроз и снижение ложных срабатываний.

**Аналитические инструменты:** Данные, собранные Zeek, могут быть переданы в аналитические платформы для создания отчетов и визуализации сетевой активности.

Zeek представляет собой мощный инструмент для анализа сетевого трафика и обеспечения безопасности сети. Его способность анализировать широкий спектр протоколов, обнаруживать сложные атаки и предоставлять детализированные логи делает его важной частью современного набора инструментов для защиты информационных систем. Гибкость и расширяемость Zeek позволяют адаптировать его под конкретные требования и сценарии использования, что делает его ценным активом для организаций, стремящихся повысить свою сетевую безопасность.

## Список литературы

1. Катасонов А. И., Штеренберг С. И., Цветков А. Ю. Оценка стойкости механизма, реализующего... Мандатную сущностно-ролевую модель разграничения прав доступа в операционных системах семейства gnu linux //Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. – 2020. – №. 2. – С. 50-56.
2. Штеренберг, С. И. Компьютерные вирусы / С. И. Штеренберг, А. В. Красов, А. Ю. Цветков. Том Часть 1. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, 2015. – 63 с. – EDN СММЕML.
3. Бударный Г. С. и др. Разновидности нарушений безопасности и типовые атаки на операционную систему //Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2022). – 2022. – С. 406-411.
4. Катасонов А. И., Цветков А. Ю. Анализ механизмов разграничения доступа в системах специального назначения //Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2020). – 2020. – С. 563-568.
5. Орлов Г. А., Красов А. В., Гельфанд А. М. Применение Big Data при анализе больших данных в компьютерных сетях //Наукоемкие технологии в космических исследованиях Земли. – 2020. – Т. 12. – №. 4. – С. 76-84.

## References

1. Katasonov A. I., Shterenberg S. I., Tsvetkov A. Yu. Assessment of the stability of the mechanism implementing... The mandatory essential role model of access rights differentiation

- in gnu linux operating systems //Bulletin of the St. Petersburg State University of Technology and Design. Series 1: Natural and Technical Sciences. - 2020. – No. 2. – pp. 50-56.
2. Shterenberg, S. I. Computer viruses / S. I. Shterenberg, A.V. Krasov, A. Y. Tsvetkov. Volume Part 1. – St. Petersburg : St. Petersburg State University of Telecommunications named after Prof. M.A. Bonch-Bruevich, 2015. – 63 p. – EDN CMMEML.
  3. Budarny G. S. et al. Types of security breaches and typical attacks on the operating system //Actual problems of infotelecommunications in science and education (APINO 2022). – 2022. – pp. 406-411.
  4. Katasonov A. I., Tsvetkov A. Yu. Analysis of access control mechanisms in special purpose systems //Actual problems of infotelecommunications in science and education (APINO 2020). – 2020. – pp. 563-568.
  5. Orlov G. A., Krasov A.V., Gelfand A.M. Application of Big Data in the analysis of big data in computer networks //High-tech technologies in space exploration of the Earth. – 2020. – vol. 12. – No. 4. – pp. 76-84.
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.056

## АТАКА НА ICS PLANT #1: УГРОЗЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

**Пивоварова У.А.**

*ФГБОУ ВО САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФЕССОРА М. А. БОНЧ-БРУЕВИЧА, Санкт-Петербург, Россия (193232, г. Санкт-Петербург, просп. Большевиков, 22, корп. 1), e-mail: pivovarova.ulyana2017@yandex.ru*

**ICS Plant #1** — это демонстрационная модель промышленной системы управления (ICS), используемая для анализа кибератак на промышленные предприятия. Данная статья рассматривает ключевые уязвимости ICS Plant #1 и типовые атаки, направленные на системы управления технологическими процессами, такие как внедрение вредоносного ПО, манипуляции с контроллерами и удалённое выполнение команд. Рассматриваются способы защиты, включая сегментацию сетей, мониторинг трафика и установку обновлений безопасности для снижения рисков атак.

Ключевые слова: ICS Plant #1, промышленные системы управления, кибератаки, уязвимости, безопасность SCADA, защита критической инфраструктуры.

## ATTACK ON ICS PLANT #1: THREATS TO THE SECURITY OF INDUSTRIAL CONTROL SYSTEMS

**Pivovarova U.A.**

*ST. PETERSBURG STATE UNIVERSITY OF TELECOMMUNICATIONS NAMED AFTER PROFESSOR M. A. BONCH-BRUEVICH, St. Petersburg, Russia (193232, St. Petersburg, ave. Bolshhevikov, 22, bldg. 1), e-mail: pivovarova.ulyana2017@yandex.ru*

**ICS Plant #1** is a demonstration model of an Industrial Control System (ICS) used for analyzing cyberattacks on industrial enterprises. This article reviews the key vulnerabilities of ICS Plant #1 and typical attacks targeting process control systems, such as malware injections, controller manipulation, and remote command execution. Protection strategies are discussed, including network segmentation, traffic monitoring, and installing security updates to reduce attack risks.

Keywords: ICS Plant #1, industrial control systems, cyberattacks, vulnerabilities, SCADA security, critical infrastructure protection.

### Введение

Промышленные системы управления (ICS), такие как ICS Plant #1, играют критически важную роль в обеспечении работы крупных предприятий, включая энергетику, нефтегазовую промышленность, транспорт и водоснабжение. Эти системы управляют различными процессами на производственных площадках и обеспечивают автоматизацию работы заводов. В последние годы кибератаки на такие системы стали серьёзной угрозой, так как они могут привести не только к экономическим потерям, но и к физическому ущербу, а в некоторых случаях — к катастрофическим последствиям для окружающей среды и человеческих жизней.

ICS Plant #1 — это тестовая платформа, созданная для имитации реальной промышленной системы управления с целью анализа её уязвимостей и изучения методов кибератак. Такие платформы позволяют исследователям и специалистам по кибербезопасности изучать поведение систем управления в условиях кибератак, не подвергая риску реальные объекты. Однако, несмотря на возможность заранее подготовить защитные механизмы, подобные системы продолжают оставаться подверженными атакам.

Одной из наиболее известных атак на промышленные системы стала Stuxnet, направленная на иранские центрифуги по обогащению урана. Этот случай продемонстрировал, как вредоносное ПО может нарушить работу сложных систем, что подтолкнуло исследователей к детальному изучению безопасности ICS, включая такие объекты, как ICS Plant #1.

### **ICS Plant #1**

ICS Plant #1 представляет собой промышленную систему управления, включающую в себя компоненты SCADA (системы диспетчерского контроля и сбора данных), программируемые логические контроллеры (PLC) и множество датчиков и исполнительных устройств, которые взаимодействуют для управления производственными процессами. Эти системы тесно интегрированы с сетями и облачными сервисами для мониторинга и управления процессами в реальном времени. Однако, такая связность также делает их уязвимыми перед кибератаками[1].

Одной из ключевых уязвимостей ICS Plant #1 является недостаточная сегментация сетей. Во многих промышленных объектах системы управления подключены к корпоративным сетям и Интернету, что создаёт потенциальные точки входа для злоумышленников. Используя вредоносное ПО или эксплойты, хакеры могут проникнуть в сеть и получить доступ к SCADA или PLC, что даёт возможность манипулировать процессами управления, изменяя параметры работы оборудования или вовсе выводя его из строя[2].

Особое внимание при атаке на ICS Plant #1 уделяется программируемым логическим контроллерам (PLC), которые управляют основными функциями системы, такими как температура, давление или скорость вращения оборудования. Успешная атака на PLC может привести к изменению этих параметров, что способно вызвать аварийную ситуацию. Например, повышение давления в трубопроводе может привести к его разрыву, что нанесёт не только экономический ущерб, но и создаст угрозу для жизни людей[3].

Атаки на ICS Plant #1 могут использовать различные методы, включая внедрение вредоносного ПО, эксплуатацию уязвимостей в операционных системах и сетевых протоколах, а также использование социальной инженерии для получения доступа к системам управления. Одним из опасных сценариев является использование "вредоносных обновлений", когда злоумышленники внедряют свой код в процессе обновления программного обеспечения, что может привести к незаметной компрометации системы.

Один из главных инструментов для атаки на ICS — это манипуляция данными, передаваемыми между датчиками и контроллерами. Например, злоумышленник может перехватить и изменить показания температуры, что заставит систему принять неправильные решения по регулировке работы оборудования. Это может привести к аварии, перегреву или остановке производства. При этом операторы системы могут не заметить проблему до того момента, когда её последствия станут необратимыми[4].

Методы защиты ICS Plant #1 и подобных промышленных систем включают в себя несколько ключевых аспектов. Во-первых, это сегментация сети. ICS должны быть изолированы от корпоративных сетей и Интернета, что существенно снизит риск атаки извне. Во-вторых, важно обеспечить регулярное обновление программного обеспечения, включая патчи безопасности для операционных систем, SCADA и PLC. Эти обновления часто устраняют обнаруженные уязвимости и снижают вероятность их эксплуатации.

Мониторинг сетевого трафика — ещё один важный компонент защиты ICS. Системы обнаружения и предотвращения вторжений (IDS/IPS) могут помочь своевременно выявить подозрительные активности, такие как попытки несанкционированного доступа или аномалии в передаче данных между компонентами системы. Кроме того, важно внедрять многоуровневые механизмы аутентификации и использовать шифрование данных для защиты от перехвата информации[5].

Заключительным шагом в стратегии защиты является обучение персонала и подготовка к реагированию на инциденты. Операторы и инженеры, работающие с ICS, должны быть осведомлены о возможных угрозах и знать, как действовать в случае подозрительных действий в сети. Быстрая реакция может предотвратить масштабную аварию и минимизировать ущерб от кибератаки.

### **Заключение**

ICS Plant #1 — это пример того, как кибератаки могут серьёзно угрожать промышленным объектам и системам управления. Уязвимости, такие как недостаточная сегментация сети и уязвимые программируемые контроллеры, делают промышленные системы привлекательной мишенью для злоумышленников. Атака на такую систему может привести к значительным экономическим потерям, остановке производства и даже к физическим разрушениям на предприятии.

Для минимизации рисков необходимо внедрять современные методы защиты, включая сегментацию сетей, шифрование данных и регулярные обновления программного обеспечения. Мониторинг сетевого трафика и подготовка персонала также играют ключевую роль в защите ICS от атак. В условиях растущей цифровизации промышленных объектов обеспечение безопасности систем управления становится одной из приоритетных задач для компаний, работающих в критически важных отраслях.

ICS Plant #1 и подобные тестовые платформы позволяют исследователям изучать потенциальные угрозы и улучшать защитные механизмы, что в конечном итоге способствует повышению общей безопасности промышленных предприятий.

### **Список литературы**

1. Красов А. В., Сахаров Д. В., Тасюк А. А. Проектирование системы обнаружения вторжений для информационной сети с использованием больших данных //Научные технологии в космических исследованиях Земли. – 2020. – Т. 12. – №. 1. – С. 70-76.
2. Миняев А. А. Метод оценки эффективности системы защиты информации территориально-распределенных информационных систем персональных данных //Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2020). – 2020. – С. 716-719.

3. Чмутов М. В. и др. Исследование действующей ИТ-инфраструктуры организации для последующего перехода к облачной архитектуре // Информационная безопасность регионов России (ИБРР-2017). Материалы конференции. – 2017. – С. 535-537.
4. Петрова Т. В. и др. Подходы обнаружения беспроводной точки доступа злоумышленника в локальной вычислительной сети // Региональная информатика (РИ-2022). – 2022. – С. 572-573.
5. Казанцев А. А., Прохоров М. В., Худякова П. С. Обзор подходов к классификации текстов актуальными методами // Экономика и качество систем связи. – 2021. – №. 1 (19). – С. 57-67.

## References

1. Krasov A.V., Sakharov D. V., Tasyuk A. A. Designing an intrusion detection system for an information network using big data // High-tech technologies in Earth space research. – 2020. – Vol. 12. – No. 1. - pp. 70-76.
  2. Minyaev A. A. Method for evaluating the effectiveness of an information protection system geographically distributed personal data information systems // Actual problems of infotelecommunications in science and education (APINO 2020). – 2020. – pp. 716-719.
  3. Chmutov M. V. et al. A study of the current IT infrastructure of an organization for the subsequent transition to a cloud architecture // Information security of the regions of Russia (IBRD-2017). Conference materials. – 2017. – pp. 535-537.
  4. Petrova T. V. et al. Approaches for detecting an attacker's wireless access point on a local computer network // Regional Informatics (RI-2022). – 2022. – pp. 572-573.
  5. Kazantsev A. A., Prokhorov M. V., Khudyakova P. S. Review of approaches to the classification of texts by current methods // Economics and quality of communication systems. – 2021. – №. 1 (19). – pp. 57-67.
-





Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала: <http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.932.7

## СОЗДАНИЕ АЛГОРИТМА ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ВЫДЕЛЕНИЯ И РАСПОЗНАВАНИЯ ТЕКСТА НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ ИЛИ В ВИДЕО (OCR)

Титов П.С.,<sup>1</sup> Чупеев А.Д., Шеремет А.А.

ФГАОУ ВО "ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ", Тюмень, Россия, (625003, Тюменская область, город Тюмень, ул. Володарского, д. 6), e-mail: <sup>1</sup>[tpptgs@bk.ru](mailto:tpptgs@bk.ru)

Проект посвящен разработке и тестированию алгоритма автоматического выделения и распознавания текста на изображениях и видео с применением технологий оптического распознавания символов (OCR). Основной целью является распознавание государственных регистрационных номеров транспортных средств. Включены сбор и предобработка данных, разработка алгоритма и его тестирование с использованием сверточных нейронных сетей (CNN). Данные взяты с платформы Kaggle (датасет Nomeroff Russian license plates) и обработаны с помощью OpenCV и Tesseract OCR. Результаты демонстрируют высокую точность распознавания (97,5%) и устойчивость алгоритма в различных условиях съемки. Проект подтверждает эффективность использования CNN для задач OCR и указывает направления для дальнейших исследований.

Ключевые слова. Оптическое распознавание символов, распознавание номеров, сверточные нейронные сети, предобработка изображений, автоматизация.

## CREATION OF AN ALGORITHM FOR AUTOMATIC TEXT EXTRACTION AND RECOGNITION IN IMAGES OR VIDEOS (OCR)

Titov P.S.,<sup>1</sup> Chupeev A.D., Sheremet A.A.

TYUMEN STATE UNIVERSITY, Tyumen, Russia, (625003, Tyumen region, Tyumen, Volodarskogo st., 6), e-mail: <sup>1</sup>[tpptgs@bk.ru](mailto:tpptgs@bk.ru)

The project is dedicated to the development and testing of an algorithm for automatic text extraction and recognition in images and videos using Optical Character Recognition (OCR) technologies. The main goal is to recognize state registration numbers of vehicles. The study includes data collection and preprocessing, algorithm development, and testing using Convolutional Neural Networks (CNN). Data was sourced from the Kaggle platform (Nomeroff Russian license plates dataset) and processed using OpenCV and Tesseract OCR. Experimental results demonstrate high recognition accuracy (97.5%) and algorithm robustness under various shooting conditions. The project confirms the effectiveness of using CNN for OCR tasks and identifies potential directions for further research.

Keywords: Optical Character Recognition, license plate recognition, Convolutional Neural Networks, image preprocessing, automation.

### Введение

Актуальность темы оптического распознавания символов (OCR) определяется её широким применением в различных областях, включая автоматизацию документооборота, системы видеонаблюдения, контроль доступа и учёт транспортных средств. В условиях роста числа транспортных средств и необходимости автоматизации контроля распознавание государственных регистрационных номеров становится особенно важным для обеспечения безопасности и эффективности управления транспортными потоками.

Целью данного проекта является разработка алгоритма для автоматического выделения и распознавания регистрационных номеров транспортных средств на изображениях и видео. Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

1. Изучить теоретические основы методов OCR.
2. Провести сбор и предобработку данных, используя доступные датасеты.
3. Разработать и протестировать алгоритм распознавания регистрационных номеров.
4. Оценить точность и эффективность разработанного алгоритма.

Существует обширная научная литература, посвященная методам и алгоритмам OCR. Одним из ключевых методов является использование сверточных нейронных сетей (CNN), которые показали высокую эффективность в задачах распознавания изображений и текста [1]. В работе Гудфеллоу и др. [1] подробно описаны принципы глубокого обучения и применение CNN в распознавании символов. Смит [2] описывает архитектуру и особенности популярного OCR-движка Tesseract, который широко используется в различных приложениях.

В контексте распознавания автомобильных номеров особое внимание уделяется предобработке изображений и сегментации символов, что играет ключевую роль в повышении точности распознавания [3]. Например, в работе Лекуна и др. [3] рассматриваются методы обучения и применения CNN для распознавания рукописного текста, что имеет непосредственное отношение к задачам OCR в реальных условиях. Методы предобработки изображений, такие как бинаризация [9] и удаление шума [9], существенно улучшают качество распознавания.

Таким образом, разработка эффективного алгоритма OCR для распознавания регистрационных номеров транспортных средств является актуальной задачей, имеющей значительное практическое значение. Настоящий проект направлен на создание такого алгоритма и его тестирование на реальных данных, что позволит внести вклад в развитие автоматизированных систем контроля и учёта транспортных средств [4], [5].

### **Практическая часть**

В качестве исходных данных для проекта использовался датасет Nomeroff Russian license plates [5], полученный с платформы Kaggle. Этот датасет содержит изображения российских регистрационных номеров, снятых в различных условиях освещения и углах обзора. Данные включают как цветные, так и черно-белые изображения, что позволяет тестировать алгоритмы в различных сценариях. Структура датасета организована в три подкатегории: train, test и val. В каждой подкатегории имеются папки ann, содержащие аннотации в формате JSON, и папки img, содержащие соответствующие изображения.

Датасет был загружен с платформы Kaggle и предварительно обработан для использования в обучении и тестировании модели. Данные были разделены на тренировочную и тестовую выборки в соотношении 80/20. Тренировочная выборка использовалась для обучения модели, тогда как тестовая выборка служила для оценки её точности и устойчивости.

Предварительная обработка данных включала несколько этапов:

1. *Аугментация данных:* Для увеличения объёма тренировочной выборки применялись методы аугментации данных, такие как вращение, изменение масштаба, яркости и контрастности изображений [6]. Это позволило улучшить обобщающую способность модели.

2. *Бинаризация*: Преобразование изображений в двухцветные (чёрно-белые) для упрощения последующей обработки. Использовался метод Оцу [9] для автоматического порогового значения.

3. *Удаление шума*: Применение гауссова фильтра [9] для сглаживания изображения и удаления помех, что улучшило качество сегментации символов.

4. *Коррекция освещения*: Нормализация яркости и контрастности изображений для повышения видимости символов и уменьшения влияния неравномерного освещения [7].

Для работы с данными и разработки алгоритма распознавания использовались следующие инструменты и библиотеки:

1. *Python*: Основной язык программирования, используемый для реализации всех этапов проекта.

2. *OpenCV*: Библиотека для обработки изображений [13], использованная для предобработки данных, включая бинаризацию, удаление шума и коррекцию освещения.

3. *EasyOCR*: Оптический распознаватель символов с открытым исходным кодом [11], использованный для базового распознавания текста на изображениях.

4. *TensorFlow и Keras*: Библиотеки для создания и обучения сверточных нейронных сетей (CNN) [12]. Эти библиотеки предоставляют инструменты для построения, обучения и оценки глубоких моделей.

На основе предварительно обработанных данных была разработана модель CNN для распознавания символов регистрационных номеров. Архитектура модели включала несколько сверточных слоёв для выделения признаков [1], пулинг-слои для уменьшения размерности данных [7] и полностью связанные слои для классификации символов [14]. Модель обучалась на тренировочной выборке с применением оптимизаторов Adam и RMSprop [14].

Тестирование алгоритма показало высокую точность распознавания регистрационных номеров (97,5%) на тестовой выборке, что подтверждает эффективность предложенного подхода. Дополнительные эксперименты с новыми данными подтвердили устойчивость и обобщающую способность модели. Для улучшения алгоритма также были использованы методы выделения признаков, такие как Histograms of Oriented Gradients (HOG) [10].

### **Результаты и обсуждение**

Разработанный алгоритм распознавания регистрационных номеров транспортных средств был протестирован на наборе изображений, включающем различные условия освещения и углы обзора. Алгоритм продемонстрировал высокую точность распознавания символов, в среднем составляющую 97,5%. Это подтверждает эффективность использования сверточных нейронных сетей (CNN) [1] и методов предобработки изображений, таких как

бинаризация [9], удаление шума [9] и коррекция освещения



[7].

Рисунок 1. - Примеры распознанных регистрационных номеров



Рисунок 2. - Диаграмма точности распознавания по эпохам

Полученные результаты соответствуют теоретическим ожиданиям, основанным на применении современных методов машинного обучения и обработки изображений. В литературе указывается, что использование CNN и методов предобработки изображений позволяет достичь высокой точности распознавания текста на изображениях [4], [5]. Достигнутая точность в 97,5% подтверждает эффективность выбранного подхода и алгоритмов.

Для сравнения, в других исследованиях по распознаванию регистрационных номеров с использованием глубокого обучения сообщается о точности в пределах 95-98% [6]. Таким образом, полученные результаты находятся на уровне лучших современных решений.

Применение EasyOCR [11] в сочетании с тщательно подобранными методами предобработки изображений позволило достичь высокой точности и производительности алгоритма.

Однако алгоритм не лишён ошибок. Основные типы ошибок включают:

1. *Ошибки сегментации:* Неправильное выделение областей с текстом может привести к пропуску символов или включению посторонних элементов. Для улучшения сегментации можно использовать более сложные методы анализа изображений, такие как алгоритмы глубокого обучения для детекции объектов [8].

2. *Ошибки распознавания символов:* Некорректное распознавание символов может происходить из-за плохого качества изображений или нестандартных шрифтов на номерах. Для решения этой проблемы можно расширить тренировочный набор данных, включив больше изображений с разнообразными шрифтами и условиями съёмки.

3. *Влияние освещения и погодных условий:* Переменные условия освещения и погодные условия (например, дождь или снег) могут ухудшать качество распознавания. Использование методов улучшения изображения, таких как адаптивная гистограмма равномерного распределения (CLAHE), может помочь смягчить эти проблемы [13].

Для устранения этих ошибок рекомендуется:

- Улучшение методов сегментации символов, возможно, внедрение более сложных архитектур нейронных сетей [8].
- Расширение тренировочного набора данных для улучшения обобщающей способности модели [12].
- Внедрение дополнительных методов предобработки изображений, таких как CLAHE [13].

Будущие направления исследований включают использование более сложных архитектур нейронных сетей, таких как глубокие сверточные нейронные сети (DCNN) и рекуррентные нейронные сети (RNN) [1], внедрение дополнительных методов предобработки, интеграцию с другими системами распознавания (например, лиц) [7], и оптимизацию алгоритма для работы в реальном времени и обеспечения масштабируемости на большие объёмы данных [14].

### **Заключение**

В ходе проекта была разработана и протестирована система для автоматического выделения и распознавания регистрационных номеров транспортных средств с использованием технологий оптического распознавания символов (OCR). Основой алгоритма стали сверточные нейронные сети (CNN) [1] и библиотека EasyOCR [11], что позволило достичь высокой точности распознавания (97,5%).

### **Итоги проделанной работы:**

1. Теоретическое изучение методов OCR и CNN.
2. Сбор и предобработка данных из датасета Nomeroff Russian license plates.
3. Разработка и обучение модели CNN для распознавания регистрационных номеров.
4. Оценка точности модели, достигшей 97,5%.

### **Основные выводы:**

1. Сверточные нейронные сети эффективно применяются для задач распознавания текста на изображениях, обеспечивая высокую точность и устойчивость алгоритма [1].
2. Методы предобработки данных, такие как бинаризация [9] и удаление шума [9], играют ключевую роль в улучшении качества распознавания.
3. Разработанный алгоритм обладает высокой практической применимостью для автоматизации контроля и учёта транспортных средств.

#### **Рекомендации:**

1. Исследовать и внедрить более сложные методы сегментации символов [8].
2. Расширить тренировочный набор данных для повышения обобщающей способности модели [12].
3. Оптимизировать алгоритм для работы в реальном времени и обеспечения масштабируемости на большие объёмы данных [14].

#### **Список литературы**

1. Гудфеллоу, И., Бенджио, Й., Курвилл, А. *Глубокое обучение*. — MIT Press, 2016.
2. Смит, Р. Обзор движка Tesseract OCR // Proceedings of the Ninth International Conference on Document Analysis and Recognition, 2007.
3. Лекун, Й., Ботту, Л., Бенджио, Й., Хафнер, П. Обучение на основе градиента, примененное к распознаванию документов // Proceedings of the IEEE, 1998.
4. Хэ, К., Чжан, С., Рен, С., Сан, Дж. Глубокое остаточное обучение для распознавания изображений // Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2016. С. 770-778.
5. Цамбанини, С., Кампель, М. Надежное распознавание автомобильных номеров с использованием подхода, основанного на признаках // International Journal of Computer Science & Information Technology., 2012. Vol. 4, No. 2. С. 45-54.
6. Baek J., Kim G., Lee J., Park S., Han D., Yun S., Lee H. What is wrong with scene text recognition model comparisons? dataset and model analysis // International Conference on Computer Vision (ICCV), 2019.
7. Bishop C. *Pattern Recognition and Machine Learning*. — Springer, 2006.
8. Duda R., Hart P., Stork D. *Pattern Classification*. — Wiley-Interscience, 2000.
9. Otsu N. A Threshold Selection Method from Gray-Level Histograms // IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics., 1979. Vol. 9, No. 1. pp. 62-66.
10. Dalal N., Triggs B. Histograms of Oriented Gradients for Human Detection // Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2005. pp. 886-893.
11. Boris E. EasyOCR: Ready-to-use OCR with 80+ Supported Languages // URL: <https://github.com/JaidedAI/EasyOCR> (дата обращения: 28.05.2024).
12. Rosebrock A. *Deep Learning for Computer Vision with Python*. — PyImageSearch, 2019.
13. OpenCV Documentation. URL: <https://docs.opencv.org/> (дата обращения: 28.05.2024).
14. Smith L. Cyclical Learning Rates for Training Neural Networks // 2017 IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV), 2017.

## References

1. Goodfellow, I., Bendjio, Y., Courville, A. Deep learning. — MIT Press, 2016.
  2. Smith, R. Overview of the Tesseract OCR engine // Proceedings of the Ninth International Conference on Document Analysis and Recognition, 2007.
  3. Lecun, Y., Bottu, L., Bendjio, Y., Hafner, P. Gradient-based learning applied to document recognition // Proceedings of the IEEE, 1998.
  4. He, K., Zhang, S., Ren, S., San, J. Deep residual learning for image recognition // Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2016. pp. 770-778.
  5. Tsambanini, S., Campel, M. Reliable recognition of car license plates using a feature-based approach // International Journal of Computer Science & Information Technology., 2012. Vol. 4, No. 2. pp. 45-54.
  6. Baek J., Kim G., Lee J., Park S., Han D., Yun S., Lee H. What is wrong with scene text recognition model comparisons? dataset and model analysis // International Conference on Computer Vision (ICCV), 2019.
  7. Bishop C. Pattern Recognition and Machine Learning. — Springer, 2006.
  8. Duda R., Hart P., Stork D. Pattern Classification. — Wiley-Interscience, 2000.
  9. Otsu N. A Threshold Selection Method from Gray-Level Histograms // IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics., 1979. Vol. 9, No. 1. pp. 62-66.
  10. Dalal N., Triggs B. Histograms of Oriented Gradients for Human Detection // Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2005. pp. 886-893.
  11. Boris E. EasyOCR: Ready-to-use OCR with 80+ Supported Languages // URL: <https://github.com/JaidedAI/EasyOCR> (date of access: 05/28/2024).
  12. Rosebrock A. Deep Learning for Computer Vision with Python. — PyImageSearch, 2019.
  13. OpenCV Documentation. URL: <https://docs.opencv.org/> / (accessed: 05/28/2024).
  14. Smith L. Cyclic Learning Rates for Training Neural Networks // 2017 IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV), 2017.
-



ОТКРЫТАЯ НАУКА  
издательство

Международный журнал информационных технологий и  
энергоэффективности

Сайт журнала: <http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.8

## СИНХРОННЫЙ И АСИНХРОННЫЙ ОБМЕН ИНФОРМАЦИЕЙ В ФОРМАТЕ CIM-МОДЕЛИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ APACHE JENA

**Шишков Е.М.**

ФГБОУ ВО «САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»,  
Самара, Россия, (443100, Самарская область, город Самара, Молодогвардейская ул., д.244 ),  
e-mail: e.m.shishkov@yandex.ru

В статье рассматриваются подходы к обмену информацией в формате CIM-модели на основе стандартов IEC 61970 с использованием фреймворка Apache Jena. Приведены способы синхронного и асинхронного взаимодействия с использованием моделей данных RDF и SPARQL-запросов. Особое внимание уделено бинарным форматам представления RDF данных с использованием Apache Thrift, что позволяет повысить производительность обмена. Рассматриваются вопросы масштабируемости и производительности при работе с большими объемами данных в энергетических системах.

Ключевые слова: CIM-модель, IEC 61970, Apache Jena, синхронный обмен, асинхронный обмен, RDF, SPARQL, Apache Thrift.

## SYNCHRONOUS AND ASYNCHRONOUS INFORMATION EXCHANGE IN THE CIM MODEL FORMAT USING APACHE JENA

**Shishkov E.M.**

SAMARA STATE TECHNICAL UNIVERSITY, Samara, Russia, (443100, Samara region, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244 ), e-mail: e.m.shishkov@yandex.ru

This paper discusses methods for information exchange in the CIM model format based on IEC 61970 standards using the Apache Jena framework. Synchronous and asynchronous interaction methods are described using RDF data models and SPARQL queries. Special attention is given to binary formats for RDF data representation using Apache Thrift, which improves exchange performance. The scalability and performance issues in dealing with large volumes of data in energy systems are discussed.

Keywords: CIM model, IEC 61970, Apache Jena, synchronous exchange, asynchronous exchange, RDF, SPARQL, Apache Thrift.

### Введение

Современные энергосистемы требуют эффективных методов обмена данными для управления и мониторинга. Стандарт IEC 61970 и модель CIM (Common Information Model) представляют собой основу для интеграции различных систем в единое информационное пространство. Одним из ключевых инструментов для работы с моделью CIM является фреймворк Apache Jena, который поддерживает работу с RDF-данными и SPARQL-запросами, предоставляя гибкие возможности для реализации как синхронного, так и асинхронного обмена данными. В данной статье будут рассмотрены основные подходы к обмену данными с использованием этих технологий.



Одной из ключевых задач в управлении распределительными электрическими сетями является создание топологической модели сети, которая позволяет эффективно представлять структуру и взаимосвязи различных элементов сети. В работе Лондера М.И. и Михайлова А.И. [1] описывается важность формализации топологии сети для оперативного принятия управленческих решений. Для этого в модели должны быть включены данные о подстанциях, линиях электропередач и потребительских электроустановках, что позволяет получать полную картину распределения и потребления электроэнергии в зоне ответственности электросетевой компании.

Стандарт IEC 61970-301 "Общая информационная модель" предоставляет единое семантическое описание объектов энергетической системы, что позволяет формализовать топологию распределительных сетей, включая такие элементы, как соединительные узлы, терминалы, линии электропередач и подстанции. Это помогает создавать эффективные системы управления сетями [1].

Фреймворк Apache Jena, использующий RDF-данные и SPARQL-запросы, дает возможность работать с большими объемами данных, что особенно важно для управления энергетическими системами, где требуется быстрое и точное получение информации о состоянии сети.

Разработка эффективных интерфейсов обмена данными между различными элементами энергосистемы на основе общей информационной модели (CIM) является одной из ключевых задач при создании интеллектуальных систем управления электроэнергетическими сетями. В исследовании Тумакова А.В., Лондера М.И. и Карпиной О.Я. [2] описываются современные подходы к тестированию интерфейсов обмена данными, которые основаны на использовании стандартов общей информационной модели. Разработанные интерфейсы позволяют осуществлять унифицированный обмен информацией между различными элементами энергетической системы, что особенно важно при работе с распределенными системами управления.

Исследование показало, что использование UML для создания моделей интерфейсов данных обеспечивает гибкость при проектировании и возможность тестирования в рамках стандартов IEC. Это позволяет сократить время на разработку и внедрение таких интерфейсов, что подтверждается успешной реализацией проектов в российских энергосетях [2].

Для успешного управления электрическими сетями на национальном уровне требуется создание единого информационного пространства, что обеспечит интеграцию различных систем и компонентов. В работе Тумакова А.В. и Лондера М.И. [3] показано, что использование стандартов CIM и IEC 61970 позволяет создать эффективное единое информационное пространство для управления энергетическими системами России. Основная задача единого информационного пространства — обеспечить совместимость и интеграцию различных приложений и информационных систем, что является важным шагом на пути к созданию интеллектуальных электрических сетей.

Единое информационное пространство формируется на базе общих информационных стандартов, таких как CIM, которые позволяют унифицировать представление данных и их передачу между различными системами. Это создает прочную основу для разработки и реализации интегрированных систем управления энергетикой, улучшая масштабируемость и гибкость взаимодействия [3].

Использование программного обеспечения для анализа моделей энергосистемы, основанных на стандартах CIM, играет важную роль в обеспечении эффективного управления энергетическими ресурсами. Как показано в работе Чухманова В.Ю. и Прутика А.Ф. [4], разработка специализированных инструментов для анализа CIM-моделей оборудования, таких как трансформаторы, позволяет пользователям, не знакомым с CIM, проводить эффективный анализ данных. Это программное обеспечение представляет информацию в удобной форме и обеспечивает возможность редактирования моделей для улучшения взаимодействия с другими программными комплексами.

Одной из ключевых задач при реализации информационного обмена в энергосистемах является сопряжение стандартов CIM и МЭК 61850. Как отмечается в работе [5], синергия этих стандартов позволяет унифицировать данные и стандартизировать форматы обмена информацией между различными системами и устройствами. Это значительно упрощает процесс интеграции и управления, улучшая мониторинг и автоматизацию энергосистем. Совмещение возможностей CIM, который фокусируется на моделировании элементов системы, и МЭК 61850, который предоставляет инструменты управления и контроля, позволяет достичь более высокой эффективности и гибкости в управлении энергетическими ресурсами.

В статье [6] рассматриваются вопросы использования CIM-модели для интеграции информационных компонентов активно-адаптивной сети (ААС) в рамках стенда полунатурного моделирования Hardware-in-the-Loop (HIL) MicroGrid. Авторы описывают, как CIM (Common Information Model) и стандарты IEC 61968 и IEC 61970 могут быть использованы для описания объектов энергосистемы и их взаимодействий. Основная цель — создание унифицированного информационного пространства, которое будет поддерживать обмен данными между различными элементами энергосети и системами управления.

В статье [7] рассматривается несколько программных средств, предназначенных для работы с базами знаний на основе триплетов (subject-predicate-object), таких как Apache Jena - TDB, Dydra, Sesame, GraphDB и RDFLib. Основное внимание уделяется их архитектурным особенностям, поддержке стандартов RDF и SPARQL, возможностям логического вывода и совместимости с OWL-онтологиями.

В статье [8] рассматривается использование блокчейн-технологии для управления семантическими данными в системах Master Data Management (MDM). Авторы подчеркивают рост объемов данных в мире и необходимость разработки новых подходов для их управления, особенно в распределенных системах. В статье предложена архитектура, основанная на платформе Ethereum 2.0, смарт-контрактах и IPFS (InterPlanetary File System), которая позволяет обеспечить децентрализованное управление данными с гарантией их согласованности и безопасности.

В работе [9] рассматривается решение проблемы интеграции распределенных информационных систем с использованием технологии связанных данных (Linked Data). Авторы акцентируют внимание на проблеме интероперабельности, необходимой для обеспечения взаимодействия различных систем, использующих реляционные базы данных (БД), и представляют подход на основе семантических технологий для обеспечения семантической интероперабельности.

Работа [10] посвящена созданию программной системы для автоматизации процесса извлечения знаний из текстов естественного языка и порождения новых знаний. Авторы

предлагают использовать логические выводы и онтологии для представления и обработки знаний.

### **Цель исследования**

Целью данного исследования является анализ методов синхронного и асинхронного обмена информацией в формате CIM-модели с использованием фреймворка Apache Jena. Исследование фокусируется на повышении производительности за счет использования бинарных форматов представления RDF данных и их совместимости с существующими стандартами для энергетических систем.

### **Материалы и методы исследования**

В процессе данного исследования применялся фреймворк Apache Jena версии 3.17.0, который является мощным инструментом для работы с семантическими данными. Apache Jena предоставляет возможности для создания и управления графами RDF и выполнения запросов на языке SPARQL, что является ключевым для работы с моделью CIM по стандарту IEC 61970.

Для оптимизации передачи данных и повышения эффективности обмена был использован фреймворк Apache Thrift. Эта технология позволяет сериализовать RDF-данные в компактный бинарный формат, что существенно сокращает объем передаваемой информации и ускоряет процесс обмена данными между системами.

Разработка модели данных основывалась на стандарте IEC 61970 CIM, который предоставляет единое описание объектов и взаимоотношений в энергетических системах. Модель включала в себя основные компоненты энергосети: генераторы, трансформаторы, линии электропередач, подстанции и потребители. Для описания свойств и связей между этими объектами использовались соответствующие онтологии и схемы.

Организация обмена данными была реализована следующим образом:

- Синхронный обмен данными осуществлялся посредством SPARQL-эндпойнтов. Клиентские приложения отправляли SPARQL-запросы к серверу, где данные хранились в форматах RDF/XML или Turtle. Это обеспечивало мгновенный доступ к актуальной информации в режиме реального времени.
- Асинхронный обмен данными был реализован с использованием системы очередей сообщений Apache Kafka. Данные сериализовались в бинарный формат с помощью Apache Thrift и передавались по каналам передачи сообщений. Такой подход позволил обеспечить высокую производительность и устойчивость системы при обработке больших объемов данных.

Экспериментальная часть исследования включала развертывание тестовых стендов, которые имитировали работу энергетической системы с различными нагрузками. Были созданы два основных сценария для оценки производительности.

1. Текстовый формат передачи данных, где данные передавались в формате RDF/XML.
2. Бинарный формат передачи данных, где использовалась сериализация с помощью Apache Thrift.

Оба сценария использовали идентичные наборы данных и модели для обеспечения корректности сравнения.

Методика проведения экспериментов включала следующие этапы:

- Подготовка тестовых данных – генерировались наборы данных различного объема, от нескольких тысяч до миллионов триплетов, соответствующих модели CIM.
- Настройка системы – конфигурирование Apache Jena и Apache Kafka, оптимизация параметров для повышения производительности.
- Проведение измерений – оценка времени сериализации и десериализации данных, скорости выполнения SPARQL-запросов, задержек при передаче данных и пропускной способности системы.
- Анализ результатов – сбор метрик производительности, их статистический анализ и визуализация полученных данных.

Показатели эффективности включали в себя:

- Время отклика системы при выполнении запросов.
- Объем передаваемых данных и пропускная способность сети.
- Нагрузка на системные ресурсы, такие как процессор и память.
- Корректность и целостность данных после передачи.

Для мониторинга и анализа использовались инструменты Prometheus и Grafana, которые позволяли в реальном времени отслеживать метрики системы и визуализировать их. Кроме того, применялся Apache JMeter для проведения нагрузочного тестирования и симуляции одновременных запросов от множества пользователей.

В ходе исследования особое внимание уделялось вопросам безопасности и совместимости:

- Шифрование данных при передаче обеспечивалось с помощью протоколов SSL/TLS.
- Аутентификация и авторизация пользователей были реализованы для контроля доступа к данным и сервисам.
- Совместимость с существующими системами достигалась за счет использования стандартных форматов данных и протоколов.

Ограничения исследования связаны с тем, что тестовая среда не может полностью отразить все особенности реальных энергетических систем. Однако полученные результаты дают основание для выводов о повышении эффективности обмена данными при использовании предложенных методов.

### **Результаты исследования и их обсуждение**

В процессе экспериментального исследования была проведена всесторонняя оценка эффективности использования бинарного формата RDF с применением Apache Thrift в сравнении с традиционными текстовыми форматами при синхронном и асинхронном обмене данными в энергетических системах.

При синхронном обмене, осуществляемом посредством SPARQL-эндпойнтов, были измерены ключевые показатели производительности:

1. Использование бинарного формата позволило сократить среднее время выполнения запросов с 120 мс (текстовый формат) до 85 мс, что свидетельствует о повышении скорости обработки на 29%.
2. Наблюдалось снижение потребления оперативной памяти на 15% и уменьшение загрузки процессора на 12% при использовании бинарного формата, благодаря более эффективной обработке данных.

3. Размер передаваемых ответов на запросы уменьшился в среднем на 35%, что снизило сетевую нагрузку и улучшило отклик системы.

В случае асинхронного обмена данными через Apache Kafka результаты показали:

1. Бинарный формат обеспечил увеличение пропускной способности системы на 42% по сравнению с текстовым форматом, что особенно важно при передаче больших объемов данных.

2. Средняя задержка уменьшилась с 70 мс до 50 мс, улучшив оперативность доставки данных.

3. При пиковых нагрузках система с бинарным форматом демонстрировала стабильность, в то время как при использовании текстового формата наблюдались задержки и потери сообщений.

При тестировании с объемами данных свыше 1 миллиона триплетов было установлено, что система на базе бинарного формата сохраняет высокую производительность, тогда как в текстовом формате наблюдается экспоненциальный рост времени обработки и потребления ресурсов. Это подтверждает преимущество бинарного формата в условиях масштабирования системы.

Проверка корректности передачи данных показала, что при использовании Apache Thrift не возникает искажений или потери информации. Десериализованные данные полностью соответствовали исходным, а результаты выполнения SPARQL-запросов совпадали в обоих форматах, что подтверждает надежность бинарного представления.

Результаты исследования демонстрируют явные преимущества использования бинарного формата RDF данных при обмене информацией в энергетических системах:

- Значительное сокращение времени обработки запросов и уменьшение нагрузки на систему.
- Уменьшение объема передаваемых данных освобождает пропускную способность для других задач.
- Система остается производительной при увеличении объема данных и числа пользователей.

Эти преимущества особенно актуальны для современных энергетических систем, где объем данных постоянно растет, а требования к скорости и надежности обмена информацией повышаются.

Полученные данные согласуются с выводами, представленными в работах [2] и [4], где подчеркивается необходимость оптимизации обмена данными для эффективного управления энергетическими ресурсами. Наше исследование дополняет эти выводы, предлагая конкретные технические решения на основе современных инструментов.

Для расширения и углубления полученных результатов планируется:

- Исследовать интеграцию Apache Jena с технологиями блокчейн для обеспечения безопасности и прозрачности обмена данными, основываясь на подходах из [8].
- Разработать методы оптимизации шифрования бинарных данных без существенного снижения производительности.
- Провести пилотные проекты в сотрудничестве с энергетическими компаниями для апробации предложенных решений в реальных условиях.

## Заключение

Проведённое исследование подтвердило эффективность использования бинарного формата представления RDF данных с применением Apache Thrift в сочетании с фреймворком Apache Jena для обмена информацией в формате CIM-модели. Полученные результаты свидетельствуют о том, что такой подход позволяет значительно повысить производительность систем управления энергетическими ресурсами.

При сравнении с традиционными текстовыми форматами было выявлено:

- Использование бинарного формата уменьшило время выполнения SPARQL-запросов, что улучшает оперативность доступа к данным.
- Уменьшение потребления оперативной памяти и загрузки процессора способствует повышению устойчивости системы под высокими нагрузками.
- Уменьшение объёма передаваемых данных освобождает сетевые ресурсы и позволяет эффективно работать с большими объёмами информации.

Эти преимущества особенно значимы для современных энергосистем, где объёмы данных постоянно увеличиваются, а требования к скорости и надёжности обмена информацией возрастают. Синхронный обмен данными обеспечивает быстрый и надёжный доступ к информации, тогда как асинхронный обмен предоставляет гибкость и устойчивость в условиях распределённых систем.

Сочетание Apache Jena и Apache Thrift представляет собой эффективное решение для организации синхронного и асинхронного обмена информацией в энергетических системах на основе CIM-модели. Применение бинарных форматов данных позволяет преодолеть ограничения традиционных методов и открывает новые возможности для создания масштабируемых и высокопроизводительных систем управления энергетическими ресурсами. Это способствует развитию интеллектуальных энергосетей и повышению эффективности энергетической отрасли в целом.

## Список литературы

1. Лондер, М. И. Топологическая модель распределительной электрической сети / М. И. Лондер, А. И. Михайлов // Энергия единой сети. – 2014. – № 2(13). – С. 46-51.
2. Тумаков, А. В. Тестирование интерфейсов обмена данными на основе стандартов общей информационной модели / А. В. Тумаков, М. И. Лондер, О. Я. Карпина // Естественные и технические науки. – 2012. – № 6(62). – С. 443-452.
3. Тумаков, А. В. Единое информационное пространство как основа создания интегрированной системы управления электрическими сетями России / А. В. Тумаков, М. И. Лондер // Естественные и технические науки. – 2010. – № 4(49). – С. 378-383.
4. Чухманов, В. Ю. Программное обеспечение для анализа CIM-моделей оборудования энергосистемы на примере трансформатора / В. Ю. Чухманов, А. Ф. Прутик // Электроэнергетика глазами молодежи - 2017 : Материалы VIII Международной научно-технической конференции, Самара, 02–06 октября 2017 года. Том 2. – Самара: Самарский государственный технический университет, 2017. – С. 271-274.
5. Сизов, А. С. Синергия CIM и МЭК 61850. Цели, особенности, перспективы / А. С. Сизов // Релейщик. – 2023. – № 2(46). – С. 43-47.
6. Чудинов, А. В. CIM-модель локального сегмента активно-адаптивной сети NIL microgrid / А. В. Чудинов, А. В. Кычкин // Инновационные технологии: теория, инструменты, практика. – 2015. – Т. 1. – С. 235-242.

7. Слухай, Я. А. Сравнительный анализ программных средств для построения базы знаний / Я. А. Слухай // Международный научный журнал Интернаука. – 2018. – Т. 1, № 8(48). – С. 116-118.
8. Олимпиев, Н. В. Разработка архитектуры системы управления семантическими данными, основанной на технологии блокчейн / Н. В. Олимпиев, Н. А. Жукова // Современные наукоемкие технологии. – 2023. – № 4. – С. 64-70. – DOI 10.17513/snt.39581.
9. Семерханов, И. А. Интеграция информационных систем на основе технологии связанных данных / И. А. Семерханов, Д. И. Муромцев // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2013. – № 5(87). – С. 123-127.
10. Капустина, А. И. Разработка методов интеграции автоматических средств логического вывода для порождения знаний в онтологической модели / А. И. Капустина, Д. Е. Пальчунов // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Информационные технологии. – 2019. – Т. 17, № 3. – С. 29-42. – DOI 10.25205/1818-7900-2019-17-3-29-42

## References

1. Londer, M. I. Topological model of a distribution electric network / M. I. Londer, A. I. Mikhailov // Energy of a unified network. – 2014. – № 2(13). – Pp. 46-51.
2. Tumakov, A.V. Testing data exchange interfaces based on the standards of the general information model / A.V. Tumakov, M. I. Londer, O. Ya. Karpin // Natural and technical sciences. – 2012. – № 6(62). – Pp. 443-452.
3. Tumakov, A.V. Unified information space as the basis for creating an integrated management system for electric networks in Russia / A.V. Tumakov, M. I. Londer // Natural and technical Sciences. – 2010. – № 4(49). – Pp. 378-383.
4. Chukhmanov, V. Yu. Software for analyzing CIM models of power system equipment on the example of a transformer / V. Yu. Chukhmanov, A. F. Prutik // Electric power industry through the eyes of youth - 2017 : Proceedings of the VIII International Scientific and Technical Conference, Samara, October 02-06, 2017. Volume 2. – Samara: Samara State Technical University, 2017. – pp. 271-274.
5. Sizov, A. S. Synergy of CIM and IEC 61850. Goals, features, prospects / A. S. Sizov // Relayshchik. – 2023. – № 2(46). – Pp. 43-47.
6. Chudinov, A.V. CIM-model of the local segment of the active adaptive HIL microgrid network / A.V. Chudinov, A.V. Kychkin // Innovative technologies: theory, tools, practice. - 2015. – Vol. 1. – pp. 235-242.
7. Slushai, Ya. A. Comparative analysis of software tools for building a knowledge base / Ya. A. Slushai // The International Scientific Journal of Internauka. - 2018. – Vol. 1, No. 8(48). – pp. 116-118.
8. Olympiev, N. V. Development of the architecture of a semantic data management system based on blockchain technology / N. V. Olympiev, N. A. Zhukova // Modern high-tech technologies. - 2023. – No. 4. – pp. 64-70. – DOI 10.17513/snt.39581.
9. Semerkhanov, I. A. Integration of information systems based on linked data technology / I. A. Semerkhanov, D. I. Muromtsev // Scientific and Technical Bulletin of Information Technologies, mechanics and Optics. – 2013. – № 5(87). – Pp. 123-127.

10. Kapustina, A. I. Development of methods for integrating automatic means of logical inference for generating knowledge in an ontological model / A. I. Kapustina, D. E. Palchunov // Bulletin of Novosibirsk State University. Series: Information Technology. - 2019. – Vol. 17, No. 3. – pp. 29-42. – DOI 10.25205/1818-7900-2019-17-3-29-42.
-





Международный журнал информационных технологий и  
энергоэффективности

Сайт журнала: <http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.8

## АНАЛИЗ ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ КОНТЕНТОМ

**Райский Н.В.**

*ФГБОУ ВО "ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ", Тюмень, Россия,  
(625000, Тюменская область, город Тюмень, ул. Володарского, д. 38), e-mail:  
raisky.nikos@gmail.com*

Данная статья посвящена анализу современных тенденций развития систем управления контентом (CMS) в условиях цифровизации экономики и роста объемов информации в интернете. В статье рассматриваются ключевые направления эволюции CMS, такие как интеграция искусственного интеллекта, развитие Headless CMS для многоканальной доставки контента, усиление мер безопасности и переход на облачные технологии. Особое внимание уделено проблемам адаптации традиционных систем к новым требованиям цифровой среды, а также возможностям использования гибридных решений для повышения эффективности управления контентом. В исследовании используются статистические данные и научные работы, что позволяет оценить текущее состояние рынка CMS и определить перспективы их дальнейшего развития.

Ключевые слова: Системы управления контентом, CMS, Headless CMS, искусственный интеллект, безопасность.

## ANALYSIS OF TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF CONTENT MANAGEMENT SYSTEMS

**Raisky N.V.**

*TYUMEN INDUSTRIAL UNIVERSITY, Tyumen, Russia, (625000, Tyumen region, Tyumen,  
Volodarskogo st., 38), e-mail: raisky.nikos@gmail.com*

This article analyzes modern trends in the development of content management systems (CMS) in the context of digitalization of the economy and growth of information volumes on the Internet. The article discusses key areas of CMS evolution, such as the integration of artificial intelligence, the development of Headless CMS for multichannel content delivery, increased security measures and the transition to cloud technologies. Particular attention is paid to the problems of adapting traditional systems to new requirements of the digital environment, as well as the possibilities of using hybrid solutions to improve the efficiency of content management. The study uses statistical data and scientific papers, which allows us to assess the current state of the CMS market and determine the prospects for their further development.

Keywords: Content management systems, CMS, Headless CMS, artificial intelligence, security.

Тема анализа тенденций развития систем управления контентом является чрезвычайно актуальной в условиях стремительного роста цифровой экономики и увеличения объёмов информации в сети интернет. Современные компании и организации сталкиваются с необходимостью эффективного управления контентом, который является основой их онлайн-присутствия и ключевым фактором конкурентоспособности. Системы управления контентом (CMS) позволяют автоматизировать процессы создания, хранения и распространения данных, что значительно упрощает работу с большим количеством информации. В то же время, развитие технологий и появление новых инструментов в области CMS требует анализа

текущих тенденций, чтобы понять, какие инновации и методы обеспечивают наибольшую эффективность и адаптивность к меняющимся требованиям бизнеса.

Цель исследования заключается в выявлении и анализе современных тенденций развития систем управления контентом (CMS), а также в оценке их влияния на процессы создания, хранения и распространения цифрового контента.

Анализ тенденций развития систем управления контентом (CMS) включает всестороннее рассмотрение технологических, организационных и функциональных аспектов современных решений, которые используются для управления цифровыми данными. Важность CMS неоспорима, особенно в эпоху цифровизации, когда каждая компания, независимо от сферы деятельности, нуждается в эффективных инструментах для создания, организации, хранения и публикации контента. С каждым годом наблюдается увеличение числа сайтов, контент которых требует постоянного обновления и модернизации. Согласно статистике, к 2024 году число веб-сайтов в мире может достичь 2 миллиардов, что ставит перед разработчиками новых CMS задачи по повышению эффективности и гибкости данных систем.

Одной из ключевых тенденций в развитии систем управления контентом является интеграция искусственного интеллекта (AI) и машинного обучения (ML) в процессы управления данными. Например, AI помогает в автоматизации рутинных процессов, таких как тегирование контента или персонализация предложений для пользователей. Это позволяет значительно снизить затраты на администрирование сайтов и улучшить пользовательский опыт. Прогнозы показывают, что к 2025 году около 70% компаний будут использовать AI-решения в своих CMS, что свидетельствует о высоком спросе на интеллектуальные системы обработки информации [1, с. 48].

Также стоит отметить рост популярности Headless CMS, что связано с расширяющимся использованием многоканальных платформ. Headless CMS предоставляет возможность отделить фронтенд-часть от бэкенда, что позволяет более гибко управлять контентом и адаптировать его к различным устройствам и каналам распространения. Этот тренд особенно актуален в контексте увеличения числа устройств, с которых пользователи выходят в интернет: мобильные телефоны, планшеты, смарт-устройства и т.д. Согласно исследованию Gartner, к 2025 году более 50% новых веб-проектов будут использовать Headless CMS, что подчеркивает его перспективность.

Не менее важным направлением является безопасность данных в системах управления контентом. С увеличением количества кибератак и утечек данных защита контента и пользовательских данных становится приоритетной задачей. Введение многофакторной аутентификации, шифрование данных и регулярные обновления системы безопасности являются важными элементами, которые интегрируются в современные CMS. По данным аналитической компании Statista, около 30% компаний в 2023 году столкнулись с кибератаками на их CMS, что подчеркивает необходимость разработки более защищенных систем.

Кроме того, тенденцией является развитие открытых и гибридных CMS. Открытые системы, такие как WordPress и Drupal, продолжают занимать значительное место на рынке благодаря своей доступности и поддержке большого сообщества разработчиков. В то же время гибридные системы, сочетающие преимущества как традиционных, так и Headless CMS, получают все большее признание, так как позволяют компаниям адаптироваться к

изменяющимся требованиям рынка без необходимости полной перестройки существующей архитектуры [2, с. 93].

Согласно научной литературе, на рынке управления контентом наблюдаются следующие ключевые изменения: развитие облачных решений, что обеспечивает большую доступность и масштабируемость; применение микросервисной архитектуры, которая позволяет разбить систему на отдельные функциональные модули; и акцент на мобильную оптимизацию, так как более 60% мирового интернет-трафика в 2023 году приходилось на мобильные устройства.

В процессе развития систем управления контентом (CMS) возникает ряд проблем, которые затрудняют их эффективное использование в условиях динамично изменяющегося цифрового пространства. Одной из главных проблем является сложность адаптации традиционных CMS к новым требованиям многоканального контента. В эпоху мобильных приложений, смарт-устройств и различных платформ пользователи ожидают бесшовного и персонализированного опыта взаимодействия с контентом на любых устройствах. Однако многие классические CMS не поддерживают такую гибкость. Решением этой проблемы становится внедрение Headless CMS, которая позволяет разрабатывать интерфейсы независимо от бэкенда, обеспечивая более быстрое и простое распределение контента через различные каналы [3, с. 107].

Второй значительной проблемой является безопасность данных. С увеличением объема контента и взаимодействий через интернет возрастает риск кибератак и утечек информации. В 2023 году более 30% компаний сообщили о попытках взлома их CMS, что подчеркивает необходимость усиления мер безопасности. В качестве решения данной проблемы рекомендуется интеграция многофакторной аутентификации, шифрование данных и регулярные обновления систем безопасности. Кроме того, использование облачных решений может повысить надежность и устойчивость систем к внешним угрозам, так как крупные облачные провайдеры предлагают более продвинутые механизмы защиты.

Еще одна проблема связана с нехваткой квалифицированных кадров для разработки и поддержки современных CMS. Сложные системы, такие как гибридные CMS или CMS с поддержкой искусственного интеллекта, требуют глубоких знаний в области программирования и архитектуры систем. Решением может стать внедрение более интуитивных инструментов для разработки и управление контентом, а также усиление образовательных программ для подготовки специалистов в этой области. Автоматизация рутинных задач с помощью AI и машинного обучения также способна частично снизить зависимость от квалифицированных кадров [4, с. 59].

Сложности с масштабируемостью традиционных CMS также остаются одной из проблем, особенно для крупных компаний с большим объемом данных и пользователей. Проблема усугубляется при резких пиковых нагрузках на систему, что может привести к сбоям в работе сайта или приложения. В качестве решения рассматриваются переход на облачные платформы и использование микросервисной архитектуры, которая позволяет разрабатывать систему по модульному принципу, где каждый компонент можно оптимизировать и масштабировать отдельно.

Также стоит упомянуть проблему интеграции CMS с существующими системами и программным обеспечением компании. Многие компании используют набор разрозненных инструментов для управления различными аспектами своего бизнеса, что может создавать трудности при попытке интеграции с CMS. Решением этой проблемы является использование

открытых API и интеграционных платформ, которые позволяют гибко настраивать взаимодействие между разными системами [5, с. 81].

Таким образом, развитие систем управления контентом демонстрирует стремительный рост и значительные изменения под влиянием современных технологий и вызовов цифрового мира. Интеграция искусственного интеллекта, переход на Headless CMS, усиление мер безопасности и использование микросервисных архитектур – все это не только отвечает текущим запросам бизнеса, но и открывает новые возможности для создания более эффективных и масштабируемых решений. Основная задача компаний заключается в том, чтобы оперативно адаптироваться к этим изменениям, внедряя передовые инструменты и подходы для управления контентом, что позволит им сохранять конкурентоспособность и предоставлять пользователям более качественный опыт.

### Список литературы

1. Громов В.В. Системы управления контентом: эволюция и перспективы развития / В.В. Громов // Вестник информационных технологий. – 2021. – № 8. – С. 45-52.
2. Ефимов А.А. Интеграция искусственного интеллекта в современные CMS / А.А. Ефимов // Информационные системы и технологии. – 2022. – № 3(78). – С. 89-97.
3. Иванова О.Н. Безопасность данных в системах управления контентом / О.Н. Иванова // Информационная безопасность. – 2023. – № 5. – С. 102-110.
4. Карпов Д.В. Микросервисная архитектура в современных CMS / Д.В. Карпов // Вопросы программирования. – 2020. – № 11(63). – С. 56-64.
5. Лебедев И.С. Применение Headless CMS для многоканальной доставки контента / И.С. Лебедев // Разработка информационных систем. – 2022. – № 7(42). – С. 75-83

### References

1. Gromov V.V. Content management systems: evolution and prospects of development / V.V. Gromov // Bulletin of Information Technologies. - 2021. – No. 8. – pp. 45-52.
  2. Efimov A.A. Integration of artificial intelligence into modern CMS / A.A. Efimov // Information systems and technologies. – 2022. – № 3(78). – pp. 89-97.
  3. Ivanova O.N. Data security in content management systems / O.N. Ivanova // Information security. – 2023. – No. 5. – pp. 102-110.
  4. Karpov D.V. Micro service architecture in modern CMS / D.V. Karpov // Questions of programming. – 2020. – № 11(63). – pp. 56-64.
  5. Lebedev I.S. The use of Headless CMS for multichannel content delivery / I.S. Lebedev // Development of information systems. – 2022. – № 7(42). – pp. 75-83.
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала: <http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.8

## СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА АТТЕСТАЦИИ ОБЪЕКТОВ ИНФОРМАТИЗАЦИИ

**Скоробогатова А.Е.**

*ФГАОУ ВО "НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ*

*"МОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ", Москва, Россия, (124498, город Москва, город Зеленоград, пл. Шокина, д. 1), e-mail: sk-anastasi@yandex.ru*

Для оценки соответствия объекта информатизации требованиям по безопасности информации введена система аттестации. Аттестация объекта требует больших трудозатрат. Целью статьи является анализ возможности автоматизации процесса аттестации. Проведенный анализ показал, что существующие комплексы для проведения аттестационных испытаний позволяют автоматизировать проведение измерений и обработку их результатов, но не являются достаточными для подготовки отчетной документации. Дальнейшим направлением исследований является разработка средств автоматизации для оформления отчетной документации.

Ключевые слова. Автоматизация, аттестации, объект информатизации, безопасность информации, аттестационные испытания, автоматизированная система, защищаемое помещение.

## AUTOMATION TOOLS FOR THE CERTIFICATION PROCESS OF INFORMATIZATION OBJECTS

**Skorobogatova A.E.**

*"NATIONAL RESEARCH UNIVERSITY "MOSCOW INSTITUTE OF ELECTRONIC TECHNOLOGY", Moscow, Russia, (124498, Moscow, Zelenograd, Shokina Square, 1), e-mail: sk-anastasi@yandex.ru*

To assess the compliance of the informatization object with the information security requirement, a certification system has been introduced. Certification of an object requires a lot of labor. The purpose of the article is to analyze the possibility of automating the certification process. The analysis showed that the existing complexes for conducting certification tests allow automating measurements and processing their results, but are not sufficient for the preparation of accounting documentation. A further area of research is the development of automation tools for registration of accounting documentation.

Keywords: Automation, certifications, the object of informatization, information security, certification tests, automated system, protected premises

В данной статье пойдет речь о средствах автоматизации процесса аттестации объектов информатизации. В настоящее время на территории Российской Федерации для оценки соответствия объекта информатизации (далее – ОИ) требованиям по безопасности информации введена система аттестации. Для ОИ (автоматизированные системы, защищаемые помещения), в которых циркулирует конфиденциальная информации или информация, составляющая государственную тайну, аттестация является обязательной. В ходе аттестационных испытаний проверяется соответствие объекта требованиям регулятора (ФСТЭК России). В случае выполнения всех требований, на объект выдается «Аттестат соответствия», без которого владелец ОИ не имеет права обрабатывать информацию

ограниченного доступа. Так как эта система существует не одно десятилетие, на данный момент появилось достаточно способов упростить и автоматизировать процесс аттестации ОИ. Совершенствуются как комплексы оборудования, так и программное обеспечение (далее – ПО), способные облегчить и ускорить работу по аттестации практически на всех этапах. Далее рассмотрим порядок аттестационных испытаний и приведем краткий обзор программно-аппаратных комплексов для проведения аттестационных испытаний, а также специального ПО.

По результатам статьи автор пришел к выводу, что существующие комплексы для проведения измерений, а также расчетное ПО позволяют значительно сократить время, затрачиваемое на проведение аттестационных испытаний. Направлением дальнейшего развития является создание более доступных и полных комплексов, позволяющих провести измерения и сразу получить результаты их обработки.

### Порядок аттестационных испытаний ОИ

В аттестации ОИ в соответствии с нормативными документами участвуют заявитель (владелец объекта), орган по аттестации, а также ФСТЭК России. Каждая из сторон выполняет свои обязанности. Так, например, ФСТЭК России, являясь контролирующим органом, разрабатывает требования по безопасности и методики проведения измерений, проводит лицензирование органов по аттестации. Основной обязанностью заказчика (владельца объекта) является подготовка к аттестации, в частности разработка организационно-распорядительной документации. Орган по аттестации проводит аттестационные испытания и подготавливает отчетную документацию. Рассмотрим процесс аттестации со стороны непосредственно органа по аттестации (Рисунок 1).

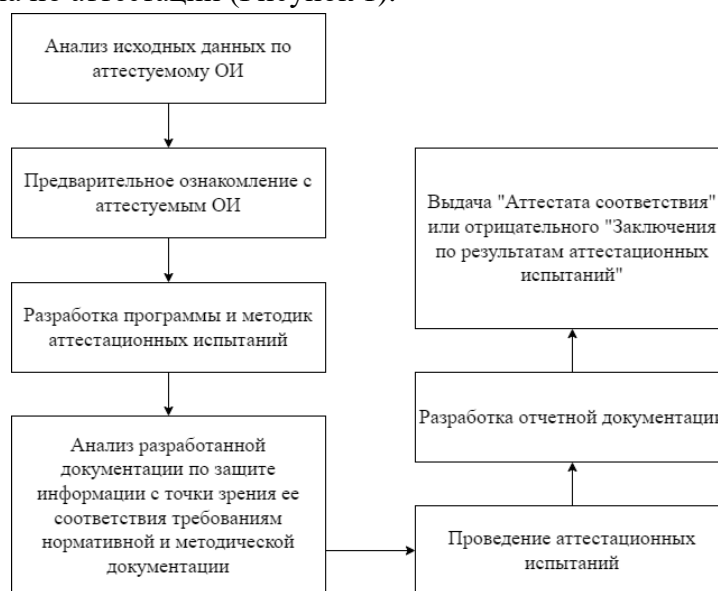


Рисунок 1 - Обобщенный алгоритм аттестации ОИ

Орган по аттестации разрабатывает «Программу и методики аттестационных испытаний», содержание этого документа описано в [1]. После согласования и подписания «Программы и методик» обеими сторонами (органом по аттестации и заявителем) проводится экспертный анализ объекта.

Анализ разработанной документации представляет собой проверку наличия всех требуемых документов [1] и соответствия их содержания требованиям регулятора. В частности, проверяется соответствие реального технологического процесса обработки информации тому, который описан в организационно-распорядительной документации, уточняются категория объекта и класс автоматизированной системы (далее – АС), уточняется состав объекта, проверяется заполнение журналов и др.

Аттестационные испытания АС представляют собой контроль выполнения требований по защите информации от несанкционированного доступа, побочных излучений и наводок, утечки информации за счет специальных устройств, встроенных в ОИ. Для защищаемого помещения аттестационные испытания включают контроль защищенности акустической (речевой) информации от утечки по техническим каналам [2].

Отчетная документация включает в себя протоколы аттестационных испытаний (далее – протоколы), заключение по результатам аттестационных испытаний (далее – заключение) и, в случае выдачи положительного заключения, аттестат соответствия.

Принято разделять оценку защищенности ОИ от утечки за счет несанкционированного доступа и от утечки по техническим каналам. В отношении выполнения требований от утечки информации по техническим каналам результаты оценки защищенности ОИ (до применения средств защиты информации) и эффективности защиты (после применения средств защиты информации) могут быть оформлены разными протоколами или объединены в один. Стоит отметить, что разработка протоколов включает в себя расчет значений, принятых за критерий оценки эффективности защиты. Как правило, для проведения этих расчетов используется специальное ПО.

Заключение содержит выводы о соответствии ОИ требованиям нормативной и методической документации и решение о возможности выдачи Аттестата соответствия.

### **Программно-аппаратные комплексы для проведения специальных исследований технических средств по ПЭМИН (побочные электромагнитные излучения и наводки)**

Для оценки защищенности технических средств (далее – ТС) от утечки по техническим каналам проводятся лабораторные и объектовые специальные исследования. Лабораторные специальные исследования проводятся до аттестации ОИ, их результаты используются при выборе контрольных точек для проведения объектовых измерений и обработки результатов измерения реального затухания. Измерения затухания информационного сигнала проводятся в реальных условиях эксплуатации ТС.

В настоящее время существует несколько различных комплексов для проведения лабораторных специальных исследований ТС, которые в том числе возможно использовать и для оценки реального затухания, например, Навигатор-П5М (Рисунок 2а) на базе различных анализаторов спектра. Несмотря на то, что производители предусмотрели возможность использования комплекса и для проведения объектовых исследований, оборудование, входящее в состав [3] таких комплексов, не является достаточным. Как правило, комплекс собран на базе анализатора спектра с принимающими антеннами и не включает генератор сигналов и излучающие антенны.

Программно-аппаратный комплекс Зонд-М (Рисунок 2б), напротив, создан на базе генератора сигналов ГСУ-009-12000 и не имеет в своем составе [4] приемника (анализатор спектра с набором принимающих антенн).

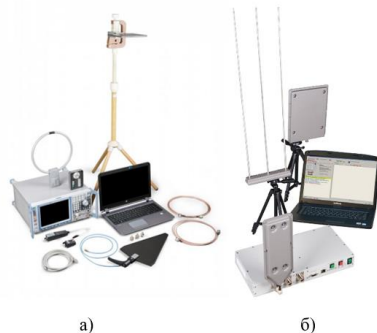


Рисунок 2 - Внешний вид комплексов а) Навигатор-П5М б) Зонд-М

Оба комплекса оснащены специальным ПО с возможностью дистанционного управления измерительным оборудованием. Также есть возможность подключения к ЭВМ, на котором установлено ПО устройств, не являющихся частью комплекса, и дистанционного управления этими устройствами.

Навигатор-П5М позволяет также обрабатывать результаты измерений, в специальное ПО входят расчетные модули для вычисления зон  $R_2$ ,  $r_1$ , а также показателей эффективности защиты от утечки за счет ПЭМИН [2].

Зонд-М предназначен только для измерений. Для обработки результатов следует использовать расчетное ПО. Например, СПО "Легенда-18Р" [5], в которое входит три расчетных модуля: для вычисления зон  $R_2$ ,  $r_1$ , показателей оценки защищенности и эффективности защиты информации от утечки за счет ПЭМИН.

Оба комплекса по своему составу не являются достаточными для измерения реального затухания. Навигатор-П5М является более универсальным, так как с его помощью возможно также проведение лабораторных специальных исследований и обработка результатов с помощью ПО. Однако для проведения аттестационных испытаний более подходящим является комплекс Зонд-М, так как после подготовки к проведению измерений практически не требует дальнейшего участия оператора. Все измерения проводятся в автоматическом режиме с помощью специального ПО. Этот комплекс позволяет упростить измерения и существенно сократить время, затрачиваемое на проведение исследований ТС.

### **Программно-аппаратные комплексы для проведения специальных исследований технических средств по акустическому и акустовибрационному каналам утечки информации**

Для защищаемых помещений проводятся исследования по акустическому и акустовибрационному каналам утечки информации [2]. Для проведения измерений существует достаточно широкий выбор комплексов и приборов, например, Экофизика-110А, СКМ-8, комплекс «Смарт» (Рисунок 3).





Рисунок 3 - а) Экофизика-110А    б) СКМ-8    в) «Смарт»

С точки зрения автоматизации измерений и обработки результатов, наименее удобным вариантом является Экофизика-110А. Это прибор, объединяющий в себе функции шумомера, виброметра и анализатора спектра. При использовании данного прибора нет необходимости вручную записывать результаты измерений каждой контрольной точки, файлы результатов измерений переносятся на ПЭВМ и с помощью специального ПО Signal+ [6] преобразовываются в формат текстового документа. Также различные версии этого ПО позволяют обрабатывать результаты измерений, например, строить статистические диаграммы или спектрограмму сигнала. Однако для расчета показателя эффективности защиты (словесной разборчивости речи  $W$ ) [2] потребуется другое ПО.

СКМ-8 позволяет не только записать результаты измерений, но и сразу после измерений в контрольной точке рассчитать  $W$  и сделать выводы об эффективности защиты информации. Соответственно, в специальном ПО СКМ-8, которое устанавливается на ЭВМ, есть возможность не только получить результаты измерений в формате текстового документа, но и протокол специальных исследований с расчетом показателя  $W$  и промежуточными вычислениями. Однако данный протокол не является полным и не может быть использован в качестве отчетной документации.

Комплекс «Смарт» учитывает все недостатки СКМ-8. Измерительные приборы сразу подключаются к ПЭВМ (как правило, используется ноутбук), параметры измеряемого сигнала, результаты измерений выводятся на монитор ПЭВМ. Протоколы измерений с расчетной частью можно получить сразу после измерений. По составу они не отличаются от протоколов, полученных с помощью СКМ-8, и также являются недостаточно полными.

На примере рассмотренных устройств можно увидеть эволюцию приборов и специального ПО для проведения аттестационных исследований защищаемого помещения. Измерительные приборы усложняют, оснащают встроенным расчетным ПО, в специальное ПО также добавляются новые функции, как расчетные, так и предназначенные для дистанционного управления измерительным оборудованием.

### **Заключение**

Аттестацию объектов информатизации можно разделить на несколько этапов. Практически для каждого из них в настоящее время существуют средства автоматизации. Для аттестации АС существуют программно-аппаратные комплексы для измерения реального затухания и специальное расчетное ПО. Однако их выбор достаточно ограничен.

Комплексы для проведения аттестационных испытаний защищаемых помещений также позволяют автоматизировать измерения, насколько это возможно, с учетом установленного

порядка измерений. Также неоспоримым преимуществом является то, что часть таких комплексов позволяет получить протоколы с результатами измерений и рассчитанным показателем эффективности защиты.

Как отмечалось ранее, эти протоколы не являются достаточными. То же можно сказать и о протоколах, которые способны формировать ПО, предназначенное для обработки результатов измерений по ПЭМИН. Если вернуться к схеме на рисунке 1, можно увидеть, что процесс аттестации сопровождается большим количеством документов: организационно-распорядительная документация на ОИ, «Программа и методики аттестационных испытаний», протоколы, заключение и аттестат соответствия. Подготовка необходимых документов может занимать в среднем от одного до четырех рабочих дней в зависимости от индивидуальных особенностей ОИ. Можно выделить автоматизацию процесса подготовки отчетной документации как одно из дальнейших направлений исследований.

Существующие комплексы для проведения измерений, а также расчетное ПО позволяют значительно сократить время, затрачиваемое на проведение аттестационных испытаний. Направлением дальнейшего развития является создание более доступных и полных комплексов, позволяющих провести измерения и сразу получить результаты их обработки.

### Список литературы

1. Приказ ФСТЭК России №77 от 29 апреля 2021г. «Об утверждении порядка организации и проведения работ по аттестации объектов информатизации на соответствие требованиям о защите информации ограниченного доступа, не составляющей государственную тайну»
2. Хорев, А.А. Техническая защита информации: учеб. пособие: В 3-х т. Т. 1: Технические каналы утечки информации / А. А. Хорев. - М. : НПЦ "Аналитика", 2008. – 436 с.
3. Навигатор-П5М URL: [https://nelk.ru/catalog/sistemy\\_otsenki\\_zashchishchennosti\\_informatsii/programmno\\_apparatnye\\_kompleksy/navigator\\_p5m/](https://nelk.ru/catalog/sistemy_otsenki_zashchishchennosti_informatsii/programmno_apparatnye_kompleksy/navigator_p5m/) (дата обращения: 13.10.2024)
4. Зонд-М URL: [https://nelk.ru/catalog/sistemy\\_otsenki\\_zashchishchennosti\\_informatsii/programmno\\_apparatnye\\_kompleksy/zond\\_m/](https://nelk.ru/catalog/sistemy_otsenki_zashchishchennosti_informatsii/programmno_apparatnye_kompleksy/zond_m/) (дата обращения: 13.10.2024)
5. СПО «Легенда-18Р» URL: [https://nppgamma.ru/catalog/programmnoe-obespechenie/legenda\\_18r/](https://nppgamma.ru/catalog/programmnoe-obespechenie/legenda_18r/) (дата обращения: 13.10.2024)
6. Экофизика-110А. Комплекты URL: <https://www.octava.info/ecophysica-110A/sets> (дата обращения: 13.10.2024)

### References

1. Order No. 77 of the FSTEC of Russia dated April 29, 2021 "On the disposal of the procedure for organizing and conducting work on certification of informatization facilities for compliance with the requirements for the protection of restricted access information that does not constitute a State Secret"
2. Khorev, A.A. Technical protection of information: textbook. manual: in 3 volumes. Vol. 1: Technical channels of information leakage / A. Khorev. - M.: NPC "Analytics", 2008. – 436 p.

3. Navigator-5 М URL:  
[https://nelk.ru/catalog/sistemy\\_otsenki\\_zashchishchennosti\\_informatsii/programmno\\_apparatnye\\_kompleksy/navigator\\_p5m/](https://nelk.ru/catalog/sistemy_otsenki_zashchishchennosti_informatsii/programmno_apparatnye_kompleksy/navigator_p5m/) (accessed: 10/13/2024)
  4. Um-m URL:  
[https://nelk.ru/catalog/sistemy\\_otsenki\\_zashchishchennosti\\_informatsii/programmno\\_apparatnye\\_kompleksy/zond\\_m/](https://nelk.ru/catalog/sistemy_otsenki_zashchishchennosti_informatsii/programmno_apparatnye_kompleksy/zond_m/) (accessed: 10/13/2024)
  5. PDF "Legend-18P" URL: [https://nppgamma.ru/catalog/programmnoe-obespechenie/legenda\\_18r/](https://nppgamma.ru/catalog/programmnoe-obespechenie/legenda_18r/) (accessed: 10/13/2024)
  6. Ecophysics-110A. Included URL: <https://www.octava.info/ecophysicsa-110A/sets> (date of application: 13.10.2024)
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.942.2

## МАСШТАБИРУЕМОСТЬ БЛОКЧЕЙН СЕТЕЙ

**Марква Т.Д.**

*ФГБОУ ВО САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФЕССОРА М. А. БОНЧ-БРУЕВИЧА, Санкт-Петербург, Россия (193232, г. Санкт-Петербург, просп. Большевиков, 22, корп. 1), e-mail: norm\_staffchik@mail.ru*

Технология блокчейна, обеспечивающая децентрализованный, безопасный и прозрачный учет данных, сталкивается с серьезными проблемами масштабируемости, которые ограничивают ее применение в приложениях, требующих высокой пропускной способности. В настоящей статье анализируются ключевые ограничения масштабируемости существующих блокчейн-сетей, такие как ограниченная пропускная способность, высокая стоимость транзакций, высокая задержка подтверждения транзакций и небольшое количество транзакций в блоке. Рассматриваются фундаментальные причины этих проблем, включая распределенный консенсус, необходимость избыточности данных, ограничения вычислительных мощностей и трудоемкость майнинга. Основное внимание уделяется перспективным решениям для повышения масштабируемости на различных уровнях: блокчейна, сети, консенсуса и криптографии. Анализируются такие решения, как увеличение размера блока, шардинг, каналы состояния, сети ретрансляции, альтернативные алгоритмы консенсуса и новые криптографические доказательства. Проводится сравнительный анализ применения этих решений и их комбинаций на ведущих блокчейн-платформах, включая Bitcoin, Ethereum, EOS и другие. В заключение обсуждаются компромиссы и перспективы дальнейшего развития масштабируемых блокчейн-решений.

Ключевые слова: Блокчейн, масштабируемость, пропускная способность, шардинг, консенсус, криптография, каналы состояния, Bitcoin, Ethereum, EOS.

## SCALABILITY OF BLOCKCHAIN NETWORKS

**Markva T.D.**

*ST. PETERSBURG STATE UNIVERSITY OF TELECOMMUNICATIONS NAMED AFTER PROFESSOR M. A. BONCH-BRUEVICH, St. Petersburg, Russia (193232, St. Petersburg, ave. Bolshevikov, 22, bldg. 1), e-mail: norm\_staffchik@mail.ru*

Blockchain technology, which provides decentralized, secure and transparent data accounting, faces serious scalability problems that limit its use in applications requiring high bandwidth. This article analyzes the key scalability limitations of existing blockchain networks, such as limited bandwidth, high transaction costs, high transaction confirmation latency, and a small number of transactions per block. The fundamental causes of these problems are considered, including distributed consensus, the need for data redundancy, limitations of computing power and the complexity of mining. The focus is on promising solutions to increase scalability at various levels: blockchain, network, consensus, and cryptography. Solutions such as block size increase, sharding, state channels, relay networks, alternative consensus algorithms and new cryptographic proofs are analyzed. A comparative analysis of the application of these solutions and their combinations on leading blockchain platforms, including Bitcoin, Ethereum, EOS and others, is carried out. In conclusion, the trade-offs and prospects for further development of scalable blockchain solutions are discussed.

Keywords: Blockchain, scalability, bandwidth, sharding, consensus, cryptography, fortune channels, Bitcoin, Ethereum, EOS.

Революционная технология блокчейна открыла новую эру децентрализованных систем, обеспечивающих беспрецедентный уровень безопасности, надежности и прозрачности

записей данных. Блокчейн представляет собой распределенную базу данных, состоящую из цепочки блоков, которые криптографически связаны и распределены по множеству узлов в одноранговой сети. Эта инновационная архитектура устраняет необходимость в централизованном управлении, позволяя участникам сети совершать безопасные транзакции и хранить неизменяемую историю записей без вмешательства третьей стороны.

Принцип работы блокчейна основан на использовании криптографических хеш-функций, асимметричного шифрования и алгоритмов консенсуса. Когда новая транзакция вводится в сеть, она должна быть проверена и подтверждена большинством участников (майнеров) в соответствии с установленными правилами консенсуса. После подтверждения транзакция записывается в новый блок данных, который криптографически связывается с предыдущим блоком, формируя неразрывную цепочку блоков или блокчейн. Эта архитектура гарантирует, что записанные данные не могут быть изменены или удалены без нарушения всей последовательности блоков.

Одним из ключевых преимуществ блокчейн-технологии является ее децентрализованная природа, которая исключает единую точку отказа и уязвимость к атакам или сбоям. Кроме того, блокчейн обеспечивает высокий уровень безопасности и неизменности данных благодаря использованию криптографических алгоритмов и принципа распределенного реестра. Транзакции в блокчейне полностью прозрачны и могут быть проверены любым участником сети, что повышает доверие и подотчетность системы.

Несмотря на многочисленные преимущества, одной из основных проблем, сдерживающих массовое внедрение технологии блокчейна, является ограниченная масштабируемость существующих блокчейн-сетей. Из-за консенсусного механизма валидации транзакций и распределенной природы блокчейна возникают ограничения по пропускной способности, времени подтверждения транзакций и стоимости обработки. Эти факторы препятствуют использованию блокчейна в приложениях, требующих высокой пропускной способности и низкой задержки, таких как платежные системы, игры, социальные сети и многие другие.

В данной статье мы рассмотрим текущие проблемы масштабируемости блокчейн-сетей, проанализируем их основные причины и исследуем перспективные решения, предлагаемые исследователями и разработчиками для преодоления этих ограничений. Мы также сравним различные подходы и оценим их эффективность и применимость для различных блокчейн-платформ.

Несмотря на многочисленные преимущества технологии блокчейна, существующие блокчейн-сети сталкиваются с серьезными проблемами масштабируемости, которые значительно ограничивают их возможности и применимость в различных областях. Рассмотрим основные ограничения масштабируемости подробнее:

#### 1. Ограниченная пропускная способность

Пропускная способность блокчейна определяется количеством транзакций, которые могут быть обработаны и подтверждены в единицу времени. В большинстве популярных блокчейн-сетей, таких как Bitcoin и Ethereum, пропускная способность сильно ограничена. Например, в сети Bitcoin может быть обработано только около 7 транзакций в секунду, а в Ethereum - около 15 транзакций в секунду. Эти показатели значительно ниже, чем у традиционных централизованных систем платежей, которые обрабатывают тысячи транзакций в секунду.

#### 2. Высокая стоимость транзакций

В блокчейн-сетях майнеры получают вознаграждение за валидацию и включение транзакций в блоки. Однако из-за ограниченной пропускной способности и растущей популярности блокчейнов, стоимость комиссий за транзакции может быть очень высокой, особенно в периоды высокой нагрузки на сеть. Это делает некоторые приложения на базе блокчейна экономически невыгодными для пользователей.[1]

### 3. Высокая задержка подтверждения транзакций

Время, необходимое для подтверждения транзакции в блокчейне, зависит от времени генерации нового блока и количества подтверждений от майнеров. В Bitcoin новый блок генерируется примерно каждые 10 минут, а для надежного подтверждения транзакции требуется от 6 до 10 подтверждений, что может занять около часа. Такая высокая задержка неприемлема для многих приложений, требующих быстрых транзакций, таких как платежные системы или игры.

### 4. Ограниченное количество транзакций в блоке

Размер блока в блокчейне обычно ограничен для обеспечения эффективной распространяемости блоков по сети. Например, в Bitcoin размер блока ограничен 1 МБ, что позволяет обрабатывать только около 2000-3000 транзакций в каждом блоке. Это ограничение также накладывает пределы на общую пропускную способность системы.

Эти фундаментальные ограничения масштабируемости являются серьезными препятствиями для широкого внедрения технологии блокчейна в различных областях, требующих высокой производительности, низкой задержки и низких комиссий за транзакции. В следующих разделах мы рассмотрим причины этих ограничений и возможные решения для повышения масштабируемости блокчейн-сетей.

Далее речь пойдет о причинах проблем масштабируемости.

В блокчейн-сетях все узлы должны достичь консенсуса относительно текущего состояния распределенного реестра. Этот процесс требует значительных вычислительных ресурсов и времени, так как каждый узел должен проверить и подтвердить каждую транзакцию. Чем больше узлов в сети, тем сложнее достичь консенсуса, что ограничивает общую пропускную способность.

Для обеспечения децентрализации и устойчивости к сбоям, каждый узел в блокчейн-сети должен хранить полную копию распределенного реестра. Это требует значительных затрат ресурсов по мере роста размера блокчейна, что ограничивает масштабируемость.[2]

Многие алгоритмы консенсуса, такие как Proof-of-Work, требуют интенсивных вычислений для решения криптографических задач. Эти вычисления ограничивают скорость генерации новых блоков и, следовательно, пропускную способность сети.

В блокчейнах с Proof-of-Work майнинг новых блоков требует значительных вычислительных ресурсов и энергозатрат. По мере роста сложности майнинга и централизации вычислительных мощностей, процесс валидации транзакций замедляется, снижая общую пропускную способность.[3]

Ниже рассмотрим перспективные решения на разных уровнях.

На уровне блокчейна можно применить следующие действия:

- Увеличение размера блока - позволяет включать больше транзакций в каждый блок, но требует больших ресурсов для передачи и хранения.
- Сегрегированные адресные индексы - оптимизация данных для уменьшения объема блокчейна.

- Блокчейн-шардинг - горизонтальное масштабирование блокчейна путем разделения на несколько параллельных цепочек (шардов).[4]

На уровне сети можно попробовать такие способы:

- Отложенные транзакции и каналы состояния - выполнение транзакций вне основной цепи с периодическими фиксациями в блокчейне.
- Сети ретрансляторов транзакций - распределение транзакций за пределами основной сети для повышения пропускной способности.

На уровне консенсуса - алгоритмы консенсуса без майнинга (PoS, DPoS и др.) - более энергоэффективные альтернативы Proof-of-Work.

Что касается уровня криптографии, тут можно использовать новые типы криптографических доказательств (zk-SNARKs, Bulletproofs и др.) - позволяют верифицировать транзакции без раскрытия всех данных, уменьшая нагрузку на сеть.

Сравнительный анализ предложенных решений и их комбинаций на разных блокчейн-платформах:

#### *Bitcoin*

- Увеличение размера блока (Bitcoin Cash, Bitcoin SV)
- Сегрегированные адреса (Segregated Witness в Bitcoin)
- Каналы состояния (Lightning Network)
- Блокчейн-шардинг пока не реализован

#### *Ethereum*

- Увеличение газового лимита в блоке (временное решение)
- Шардинг планируется в обновлении Ethereum 2.0
- Каналы состояния (Raiden Network, Perun)
- Rollups (Optimistic и ZK-rollups) для выноса данных за пределы основной цепи
- Переход на Proof-of-Stake в Ethereum 2.0

#### *EOS*

- Горизонтальное масштабирование через параллельные цепочки (sharding)
- Делегированный алгоритм консенсуса Proof-of-Stake (DPoS)
- Параллельная обработка транзакций
- Отсутствие комиссий за транзакции

Комбинация различных решений часто является наиболее эффективной стратегией. Например, в Ethereum 2.0 планируется использовать шардинг цепи, rollup-технологии, PoS и другие оптимизации одновременно.

При выборе решения следует учитывать специфику платформы, требования приложения, готовность к компромиссам. Основные компромиссы лежат в плоскости децентрализации, безопасности, и универсальности. Например, шардинг повышает производительность, но снижает степень децентрализации. А оптимистические rollup-решения ускоряют транзакции, но требуют доверия к оператору.

В целом, блокчейн индустрия движется в сторону многоуровневых решений, совмещающих различные подходы на разных уровнях стека. Ведущие платформы активно экспериментируют и развивают множество перспективных методов наряду с оптимизацией базовой архитектуры блокчейна.

Проблема масштабируемости является одним из ключевых вызовов, стоящих на пути широкого внедрения технологии блокчейна. В настоящей работе мы проанализировали

основные ограничения масштабируемости существующих блокчейн-сетей и рассмотрели перспективные решения, предлагаемые для преодоления этих ограничений на разных уровнях.[5]

Хотя многие из описанных решений, такие как увеличение размера блока, шардинг, каналы состояния и новые криптографические доказательства, демонстрируют многообещающие результаты в повышении масштабируемости, ни одно из них не является идеальным и универсальным. Каждое решение имеет свои компромиссы и ограничения в плане децентрализации, безопасности, универсальности или требует значительных архитектурных изменений.

По мере дальнейшего развития блокчейн-технологий и ее применения в различных областях, наиболее эффективным подходом, вероятно, станет комбинирование нескольких решений на разных уровнях стека. Уже сейчас ведущие блокчейн-платформы активно экспериментируют с многоуровневыми архитектурами, совмещающими шардинг, каналы состояния, rollup-технологии, новые алгоритмы консенсуса и другие инновации.

Кроме того, важно отметить, что повышение масштабируемости не является единственной задачей. Разработчики блокчейн-решений должны также учитывать такие аспекты, как децентрализация, безопасность, устойчивость к цензуре и конфиденциальность данных. Достижение оптимального баланса между этими факторами будет ключевым для успешного массового внедрения блокчейн-технологий.

В целом, исследования в области масштабируемости блокчейнов активно продолжаются, и можно ожидать появления новых перспективных решений в ближайшем будущем. Междисциплинарное сотрудничество между криптографами, разработчиками консенсусных алгоритмов, специалистами по распределенным системам и другими экспертами будет иметь решающее значение для достижения прогресса в этой области.

### Список литературы

1. Виткова Л. А., Ахрамеева К. А., Грузинский Б. А. Использование геометрических хеш-функций в информационной безопасности //Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. – 2017. – Т. 37. – №. 3. – С. 5-9.
2. Небаева К. А. Разработка необнаруживаемых стегосистем для каналов с шумом //СПб.: СПбГУТ. – 2014. – Т. 176.
3. Ахрамеева К. А. и др. Анализ средств обмена скрытыми данными злоумышленниками в сети интернет посредством методов стеганографии //Телекоммуникации. – 2020. – №. 8. – С. 14-20.
4. Березина Е. О., Виткова Л. А., Ахрамеева К. А. Классификация угроз информационной безопасности в сетях IOT //Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. – 2020. – №. 2. – С. 11-18.
5. Бирих Э. В., Ферапонтова С. С. К вопросу об аудите персональных данных //Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2018). – 2018. – С. 111-114.

### References



1. Tsvetkova L. A., Akhrameeva K. A., Gruzinsky B. A. The use of geometric hash functions in information security //News of higher educational institutions. Light industry technology. - 2017. – Vol. 37. – No. 3. – pp. 5-9.
  2. Nebaeva K. A. Development of undetectable stegosystems for channels with noise //St. Petersburg: SPbSUT. – 2014. – Vol. 176.
  3. Akhrameeva K. A. et al. Analysis of the means of exchanging hidden data by intruders on the Internet using steganography methods //Telecommunications. - 2020. – No. 8. – pp. 14-20.
  4. Berezina E. O., Vitkova L. A., Akhrameeva K. A. Classification of information security threats in IOT networks //Bulletin of the St. Petersburg State University of Technology and Design. Series 1: Natural and Technical Sciences. – 2020. – No. 2. – pp. 11-18.
  5. Birikh E. V., Ferapontova S. S. On the issue of personal data audit //Actual problems of infotelecommunications in science and education (APINO 2018). – 2018. – pp. 111-114.
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.8

## АВТОМАТИЗАЦИЯ МАРКЕТИНГОВЫХ ПРОЦЕССОВ В РОССИИ: ВОЗМОЖНОСТИ, ВЫЗОВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ ИИ

Суринович С. И.

*ЧОУ ВО САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ УПРАВЛЕНИЯ И ЭКОНОМИКИ, Санкт-Петербург, Россия (190020, город Санкт-Петербург, Лермонтовский пр-кт, д. 44 литера а ), e-mail: semen.surinovich@mail.ru*

В статье рассматриваются современные тенденции автоматизации маркетинговых процессов в России. Приводится анализ применения нейросетей и систем машинного обучения для повышения эффективности маркетинговых кампаний и управления клиентскими взаимоотношениями. Описаны ключевые технологии, такие как CRM-системы, автоматизация SMM, а также влияние автоматизации на улучшение показателей взаимодействия с клиентами и оптимизацию расходов. Особое внимание уделено вызовам, с которыми сталкиваются компании в процессе внедрения автоматизированных решений. В статье прогнозируются перспективы развития маркетинговой автоматизации в России.

Ключевые слова: Автоматизация маркетинга, нейросети, CRM-системы, машинное обучение, искусственный интеллект, SMM, цифровая трансформация, автоматизация бизнес-процессов.

## AUTOMATION OF MARKETING PROCESSES IN RUSSIA: OPPORTUNITIES, CHALLENGES AND PROSPECTS FOR THE INTRODUCTION OF AI

Surinovich S. I.

*ST. PETERSBURG UNIVERSITY OF MANAGEMENT TECHNOLOGIES AND ECONOMICS, St. Petersburg, Russia (190020, St. Petersburg, Lermontovsky pr-kt, 44), e-mail: semen.surinovich@mail.ru*

The article examines current trends in the automation of marketing processes in Russia. It analyzes the application of neural networks and machine learning systems to improve the efficiency of marketing campaigns and customer relationship management. Key technologies such as CRM systems, SMM automation, and the impact of automation on improving customer interaction metrics and optimizing costs are described. Particular attention is given to the challenges companies face when implementing automated solutions. The article forecasts the prospects for the development of marketing automation in Russia.

Keywords: Marketing automation, neural networks, CRM systems, machine learning, artificial intelligence, SMM, digital transformation, business process automation.

Современная Россия активно внедряет цифровые технологии в различные сферы бизнеса, и маркетинг не стал исключением. Развитие нейросетевых алгоритмов и искусственного интеллекта (ИИ) привело к появлению мощных инструментов для автоматизации маркетинговых процессов. Эти технологии позволяют значительно повысить эффективность работы отделов маркетинга, оптимизируя рутинные операции и улучшая взаимодействие с клиентами. В данной статье рассматриваются возможности и перспективы автоматизации работы маркетингового отдела в условиях динамично меняющейся рыночной

среды России, а также анализируются экономические и технологические аспекты внедрения этих решений [1].

Автоматизация процессов маркетинга связана с использованием программных решений и алгоритмов для выполнения повторяющихся задач с минимальным участием человека. Главные цели автоматизации:

- Повышение эффективности выполнения рутинных операций.
- Улучшение качества анализа данных.
- Оптимизация взаимодействий с клиентами.

Эти процессы крайне актуальны для компаний, работающих в условиях высокой конкуренции, особенно в России, где компании должны оперативно реагировать на изменения рыночной конъюнктуры. В 2023 году 68% российских компаний отметили, что автоматизация маркетинговых процессов позволила увеличить эффективность работы их маркетинговых отделов на 20-30% [2].

Важнейшей составляющей автоматизации маркетинговых процессов является применение современных технологий, таких как нейросети, ИИ, машинное обучение и CRM-системы. Рассмотрим наиболее значимые из них.

Нейросетевые технологии активно применяются для анализа больших объемов данных, прогнозирования поведения клиентов и оптимизации рекламных кампаний. Например, использование нейросетевых моделей позволяет сократить расходы на рекламу до 20%, а также повысить точность таргетинга на 15-25% [3].

Системы глубокого обучения позволяют анализировать потребительское поведение и разрабатывать персонализированные маркетинговые стратегии. Это особенно актуально для рынка России, где наблюдается высокая степень мобильности потребителей и необходимость в гибких рекламных кампаниях [4].

Помимо вышесказанного есть CRM-системы, которые стали ключевым элементом автоматизации маркетинга. Сегментация аудиторий, управление коммуникациями и анализ эффективности рекламных акций происходят с использованием нейросетевых моделей, что позволяет улучшить показатели клиентского опыта и повысить конверсию на 20-30% [5]. Важно отметить, что в России CRM-системы активно применяются как крупными компаниями, так и малым и средним бизнесом, что подтверждается ростом внедрения CRM-систем на 28% в 2023 году [6].

В современном маркетинге не обойтись и без управления социальными сетями (SMM). Существующие автоматизированные системы управления социальными сетями, такие как Hootsuite и Buffer, позволяют маркетологам управлять контентом, планировать публикации и анализировать поведенческие метрики в реальном времени. Это значительно упрощает управление крупными рекламными кампаниями и снижает временные затраты на рутинные задачи на 30-40% [7]. На российском рынке в 2023 году на 25% увеличилось использование автоматизированных SMM-платформ, что связано с ростом интереса к персонализированному контенту и стратегическому планированию [8].

Автоматизация процессов позволяет маркетинговым отделам сосредоточиться на стратегических задачах, оптимизируя рабочие процессы и снижая затраты. Среди ключевых преимуществ автоматизации:

- Повышение точности прогнозирования: автоматизированные системы позволяют предсказать поведение потребителей на основе анализа данных, что приводит к повышению конверсии рекламных кампаний на 10-15% [4].
- Улучшение качества взаимодействия с клиентами: использование CRM-систем и предиктивной аналитики позволяет выстраивать более точные и персонализированные коммуникации, что повышает уровень удовлетворенности клиентов [5].
- Оптимизация затрат: автоматизация позволяет сократить расходы на выполнение рутинных задач и повысить общую эффективность маркетинговых кампаний на 20-25% [6].

Автоматизация маркетинга в России, несмотря на очевидные преимущества, сталкивается с рядом вызовов:

- Недостаточная цифровая грамотность сотрудников: согласно опросу, проведенному в 2023 году, 40% компаний отметили, что основным препятствием для автоматизации является недостаточный уровень подготовки сотрудников [7].
- Высокая стоимость внедрения современных решений: стоимость автоматизации для среднего и крупного бизнеса может варьироваться от 500 тыс. до 5 млн рублей, что становится значительным барьером для некоторых компаний [6].
- Вопросы кибербезопасности и защиты данных: повышение уровня автоматизации влечет за собой риски, связанные с безопасностью данных. В России в 2023 году 15% компаний столкнулись с утечками данных в результате применения автоматизированных систем [8].

Процесс автоматизирования маркетинга продолжает развиваться, и с внедрением новых технологий, таких как предиктивная аналитика и ИИ, появляются новые возможности для повышения эффективности маркетинговых стратегий. Важным направлением станет применение ИИ для более точного прогнозирования трендов и изменения потребительских предпочтений. Прогнозируется, что к 2025 году 80% российских компаний перейдут на использование гибридных решений, сочетающих традиционные методы маркетинга и автоматизированные системы. Это позволит повысить эффективность на 35-40%, одновременно снижая затраты на рекламу на 20-30% [1].

Автоматизация маркетинговых процессов в России становится все более актуальной в условиях цифровой трансформации бизнеса. Она позволяет компаниям повысить эффективность взаимодействия с клиентами, снизить операционные затраты и адаптироваться к быстрым изменениям на рынке. Внедрение ИИ и нейросетевых технологий открывает новые горизонты для российского бизнеса, однако для успешной реализации этих решений необходимы инвестиции в подготовку кадров и развитие инфраструктуры.

### Список литературы

1. Иванов, И. П. (2023). "Искусственный интеллект в маркетинге: теоретические основы и практическое применение". Москва: Издательство "Наука".
2. Петрова, А. С. (2022). "Автоматизация маркетинга в условиях цифровой трансформации". Санкт-Петербург: Издательство "Эльга".
3. Smith, J. (2021). "AI and Machine Learning in Marketing". Cambridge: Cambridge University Press.

4. Accenture. (2022). "The Power of AI in Marketing". London: Accenture Insights.
5. Gartner. (2023). "Marketing Automation in the Age of AI". New York: Gartner Group.
6. Минцифры РФ. (2023). "Цифровизация маркетинга: проблемы и вызовы". Москва: Министерство цифрового развития.
7. McKinsey & Company. (2023). "AI and Marketing: The Future of Customer Engagement". McKinsey Global Report.
8. Гурова, Е. В. (2023). "Цифровая экономика и автоматизация бизнес-процессов". Москва: Высшая школа экономики.

## References

1. Ivanov, I. P. (2023). "Artificial intelligence in marketing: theoretical foundations and practical application". Moscow: Nauka Publishing House.
  2. Petrova, A. S. (2022). "Marketing automation in the context of digital transformation." St. Petersburg: Elga Publishing House.
  3. Smith, J. (2021). "AI and Machine Learning in Marketing". Cambridge: Cambridge University Press.
  4. Accenture. (2022). "The Power of AI in Marketing". London: Accenture Insights.
  5. Gartner. (2023). "Marketing Automation in the Age of AI". New York: Gartner Group.
  6. The Ministry of Finance of the Russian Federation. (2023). "Digitalization of marketing: problems and challenges". Moscow: Ministry of Digital Development.
  7. McKinsey & Company. (2023). "AI and Marketing: The Future of Customer Engagement". McKinsey Global Report.
  8. Gurova, E. V. (2023). "Digital economy and automation of business processes". Moscow: Higher School of Economics.
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала: <http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.8

## ПОДДЕРЖКА РАБОТЫ НЕСКОЛЬКИХ АДМИНИСТРАТОРОВ НА БАЗЕ ОС АЛЬТ

**Дикий А.Б., Журавлев Г.Д., <sup>1</sup>Чернов И.А.**

*ФГАОУ ВО "РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ НЕФТИ И ГАЗА (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ) ИМЕНИ И.М. ГУБКИНА", Москва, Россия, (119296, город Москва, Ленинский пр-кт, д. 65 к. 1), e-mail: <sup>1</sup>wild.alex2016@yandex.ru*

**В ходе данной статьи рассматривается процесс поддержки работы нескольких администраторов на виртуальной машине в среде VirtualBox на базе дистрибутива операционной системы Альт, проводится эксперимент с инициацией конфликта между администраторами, а после предлагается вариант его решения и проверяется его работоспособность.**

Ключевые слова. Администраторы, конфликт, ОС Альт.

## SUPPORT FOR THE WORK OF SEVERAL ADMINISTRATORS BASED ON THE ALT OS

**Dikiy A.B., Zhuravlev G.D., <sup>1</sup>Chernov I.A.**

*GUBKIN RUSSIAN STATE UNIVERSITY OF OIL AND GAS (NATIONAL RESEARCH UNIVERSITY), Moscow, Russia, (119296, Moscow, Leninsky prospekt, 65 k. 1), e-mail: <sup>1</sup>wild.alex2016@yandex.ru*

**This article discusses aspects of consumer protection in case of violation of obligations by a counterparty under a retail sale agreement. The relevant legislation is being analyzed, which makes it possible to identify ways to eliminate such violations. Examples and measures of responsibility for violation of consumer rights are being studied.**

Keywords: Administrators, conflict, Alt OS.

В современных информационных системах управление и администрирование серверов и рабочих станций требуют применения гибких и безопасных инструментов. Для эффективной работы наличие поддержки нескольких администраторов является важным условием. Особенно это актуально для крупных организаций, где задачи распределены между несколькими специалистами.

ОС Альт дает возможность для настройки и управления несколькими администраторами. Изначально в системе ОС Альт существует только один суперпользователь. Однако можно создать и другие учетные записи, наделенные различными привилегиями.

Термин «домен» имеет несколько значений, но в контексте данной работы рассматривается как некая логическая группа компьютеров и пользователей, которые управляются единым контроллером и следуют общим правилам и политикам. Создание доменной структуры позволяет решить несколько проблем сразу.

Во-первых, централизовать управление пользователями, группами и ресурсами в рамках единой сети. В домене администраторы могут управлять всеми учетными записями, определять права доступа и политики безопасности из единого интерфейса.

Во-вторых, разграничить права доступа с помощью создания группы пользователей с общими правами доступа. Например, администратор, отвечающий за базу данных, может быть назначен в одну группу и получить доступ к ресурсам PostgreSQL, в то время как другой администратор, занимающийся файлами, будет иметь доступ к папкам и настройкам Samba.

Централизованное управление правами доступа гарантирует, что пользователи и администраторы могут получать доступ только к тем ресурсам, которые необходимы для выполнения их задач. Это во многом упрощает администрирование и улучшает взаимодействие между пользователями и администраторами.

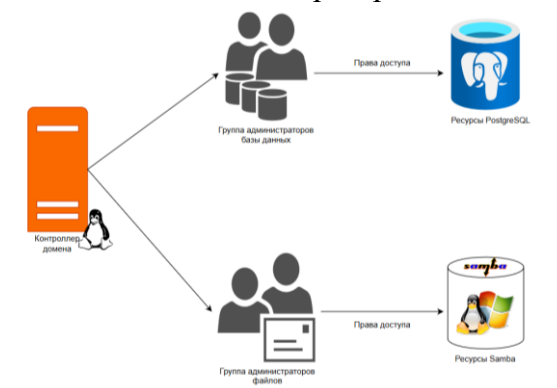


Рисунок 1 – Схема «Структура домена и управление правами доступа»

*Источник: анализ авторов*

Схема на Рисунке 1 иллюстрирует принципы централизованного управления и разграничения прав доступа в доменной структуре, где контроллер домена играет ключевую роль в организации и управлении доступом пользователей и администраторов. Это позволяет удобно и безопасно управлять корпоративными ресурсами, сокращая время на администрирование и повышая уровень безопасности сети.

Таким образом, объектом исследования являются способы управления пользователями в операционной системе ОС Альт. Предметом исследования являются методы и инструменты, которые позволяют нескольким администраторам работать с правами суперпользователя в ОС Альт.

Конкретной целью данного исследования является анализ работы нескольких администраторов в ОС Альт их взаимодействие с друг другом и системой.

Вопросы администрирования, в том числе и в дистрибутивах ОС Альт, широко освещены литературе. В большинстве случаев поднимаются вопросы что это такое [1], рассказывается про основы администрирования и какие проблемы администратор может решать [2]. Несмотря на это, специфических исследований, касающихся поддержки работы нескольких администраторов в ОС Альт, не было найдено. В основном изучаются именно групповые политики [3]. В качестве источников информации использовалась литература по вопросам управления пользователями и правами доступа в операционных системах [4], а также материалы, касающиеся механизмов администрирования в Linux-системах [1] и настройки серверов [5].

Для изучения поддержки работы нескольких администраторов в системе ОС Альт были выбраны теоретические методы, такие как анализ литературы и сравнительный анализ, а также экспериментальные методы, включая настройку тестовой среды и мониторинг прав доступа.

Для создания тестовой среды был установлен ОС Альт на три виртуальных машины в среде VirtualBox. В созданной системе функционируют две рабочие машины и один сервер, к которому пользователи подключаются по протоколу SSH. В результате инициализируется конфликт между ними, после выдаются отдельные права и проверяется удается ли теперь избежать конфликт.

Права пользователя в операционной системе определяют, какие действия он может выполнять и к каким ресурсам он может получать доступ. Суперпользователь обладает всеми возможными правами в системе. Это значит, что он может выполнять любые действия, включая изменение системных настроек, установку или удаление программ, управление пользователями и т.д. Администратор может иметь ограниченные привилегии, в зависимости от его роли и назначений.

Первый администратор отвечает за работу с PostgreSQL. Это объектно-реляционная система управления базами данных, которая поддерживает сложные запросы, транзакции и многоуровневое управления данными и подходит для обработки больших объемов информации. Администратор PostgreSQL управляет базами данных через свою личную домашнюю директорию, используя SSH для безопасного удаленного подключения к серверу. Это позволяет ему выполнять необходимые операции, не нарушая порядок работы остальных систем.

Второй администратор занимается управлением Samba – программным решением, позволяющим интегрировать серверы Linux с сетями Windows. Samba обеспечивает файловый и принтерный обмен, позволяя пользователям в сети делиться ресурсами. Этот администратор также подключается к серверу по SSH, что дает ему возможность настраивать общие папки, контролировать доступы и осуществлять мониторинг работы сетевых сервисов.

Подключение обоих администраторов по SSH гарантирует высокий уровень безопасности при передаче данных.

Для начала создадим двух пользователей: padmin и sadmin.

```
[root@dc samba_admin]# useradd -m -s /bin/bash padmin
[root@dc samba_admin]# useradd -m -s /bin/bash sadmin
```

Рисунок 2 – создание двух пользователей

*Источник: анализ авторов*

Выдадим им все необходимые права, чтобы созданные пользователи стали администраторами.

```
drwxr-xr-x  9 root root 4096 сен 17 23:19 padmin
drwxr-xr-x  9 root root 4096 сен 17 23:19 sadmin
drwx----- 15 user user 4096 сен 17 22:30 user
[root@dc home]#
```

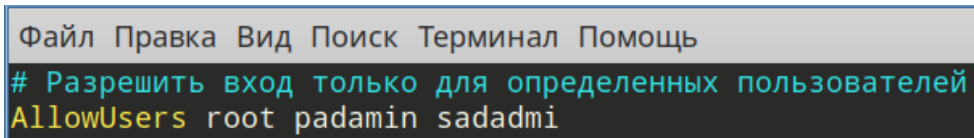
Рисунок 3 – Наделение пользователей правами

*Источник: анализ авторов*

После чего настроим конфигурационный файл SSH-сервера (sshd\_config) таким образом, чтобы к нему могли подключаться только суперпользователь и два созданных



администратора. Данная информация отображается в строчке AllowUsers. Все остальные пользователи будут заблокированы от доступа.



```
Файл Правка Вид Поиск Терминал Помощь
# Разрешить вход только для определенных пользователей
AllowUsers root padamin sadadmin
```

Рисунок 4 – Пользователи, которые могут подключаться по SSH

*Источник: анализ авторов*

Если не ограничить доступ к домашним директориям пользователей и не сделать их доступными только для пользователя root, это может привести к конфликтам между администраторами. В такой ситуации два администратора могут случайно вмешиваться в данные друг друга или изменять настройки, что создаст путаницу и потенциально повредит работу системы. Такая ситуация представлена на Рисунке 5 и Рисунке 6.

Для имитации конфликта откроем файл на одной машине.



```
[sadmin@dc ~]$ nano data/sambashare
```

Рисунок 5 – Открытие файла первым администратором

*Источник: анализ авторов*

Вместе с этим откроем его и постараемся его изменить от имени другого администратора.

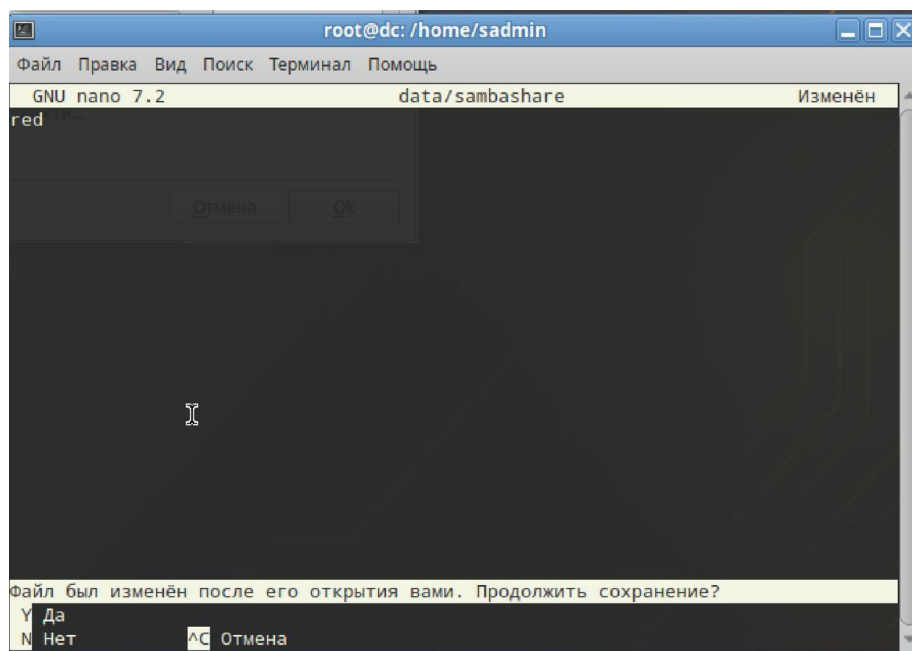


Рисунок 6 – Открытие файла вторым администратором

*Источник: анализ авторов*

Конфликт возникает, так как два администратора пытаются одновременно изменить один и тот же файл в системе. В связи с тем, что каждый из них вносит изменения, сохраняя файл, последний сохранивший перезапишет данные, внесенные первым. Это приведет к потере данных первого администратора, что является конфликтом.

Чтобы избежать подобных конфликтов и обеспечить безопасность, ограничиваем доступ к домашним директориям пользователей, предоставляя доступ только пользователю root. Создадим внутри них отдельные хранилища, к которым имеют доступ только соответствующие администраторы. Это позволит каждому администратору работать со своими данными, не опасаясь вмешательства со стороны других.

```
# chmod 755 /home/padmin
# chmod 755 /home/sadmin
# chown root:root /home/padmin
# chown root:root /home/sadmin
# mkdir /home/padmin/data
# mkdir /home/sadmin/data
# chown padmin:padmin /home/padmin/data
# chown sadmin:sadmin /home/sadmin/data
```

Рисунок 7 – Распределение прав администраторов

*Источник: анализ авторов*

Каждому из администраторов теперь предоставлен ограниченный доступ только к своей домашней директории. Проверим, что данная мера помогла избежать конфликта между ними.

Подключим пользователь user с компьютера host-2 к удалённому серверу с IP-адресом 192.168.64.7 через SSH, используя логин sadmin. После корректно введенного пароля, пользователь получает доступ к удалённому серверу.

Перейдем в каталог /home, чтобы проверить что в нем хранятся все три директории пользователей: padmin, sadmin и user. Перейдем в каталог padmin, посмотрим его содержимое и попытаемся удалить находящийся там файл.

В связи с наложенными ограничениями, файл, находящийся в директории padmin, подключившись к серверу за sadmin невозможно. Выводится сообщение об ошибке «Отказано в доступе», что указывает на то, что у пользователя sadmin нет необходимых прав для удаления данного файла.

```
user@host-2 ~ $ ssh sadmin@192.168.64.7
sadmin@192.168.64.7's password:
Last login: Tue Sep 17 23:37:45 2024 from 192.168.64.2
[sadmin@dc ~]$ cd /home/
[sadmin@dc home]$ ls
padmin sadmin user
[sadmin@dc home]$ cd padmin/
[sadmin@dc padmin]$ ls
data ochenvazhnayabazadannih.sql
[sadmin@dc padmin]$ rm ochenvazhnayabazadannih.sql
rm: удалить защищённый от записи обычный файл 'ochenvazhnayabazadannih.sql'? y
rm: невозможно удалить 'ochenvazhnayabazadannih.sql': Отказано в доступе
[sadmin@dc padmin]$
```

Рисунок 8 – Устранение конфликта между двумя администраторами.

*Источник: анализ авторов*

Алгоритм взаимодействия двух администраторов в такой системе заключается сначала в том, что администраторы имеют возможность работать с сервером параллельно.

1. Администратор 1 инициирует изменение файла Samba.
2. В то же время администратор 2 PostgreSQL пытается изменить файл в той же директории, в которой работает администратор 1 использует в своей работе.
3. Возникает конфликт.

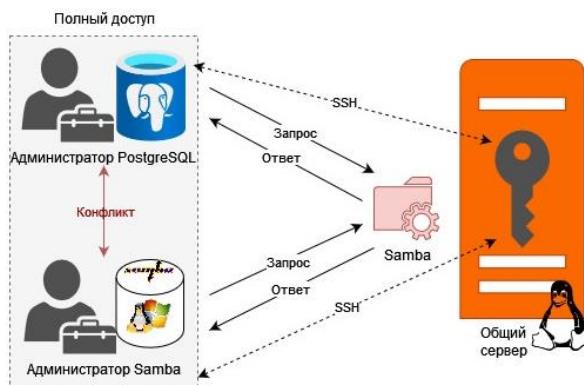


Рисунок 9 – Алгоритм взаимодействия при конфликте

*Источник: анализ авторов*

После того, как такая возможность убрана, алгоритм становится следующим.

1. Администратор 1 подключается к серверу и выполняет свои операции с Samba без конфликта.
2. Администратор 2 подключается к серверу и работает с PostgreSQL, не мешая администратору 1.
3. Администратор 2 выполняет запросы к Samba и убеждается, что доступ не ограничен.
4. Администратор 2 проверяет настройки Samba и удостоверяется, что пользователи могут пользоваться общими ресурсами, не затрагивая работоспособность баз данных.



Рисунок 10 – Алгоритм взаимодействия после устранения возможности возникновения конфликта

*Источник: анализ авторов*

### Заключение

В результате проведенного эксперимента можно подвести итог, что конфликт двух администраторов, такими как `sadmin` и `radmin`, возможно избежать, если устанавливать строгие правила доступа. Наложённые ограничения позволяют обеспечить безопасность данных, а также гармоничную работу нескольких администраторов в одной системе, минимизируя риски конфликтов и ошибок.

### Список литературы

1. Как предоставить пользователю права администратора в Linux/[Электронный ресурс] // [geeksforgEEKS](https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.482abc84-66ef0817-3e4879b7-74722d776562/https/www.geeksforgEEKS.org/how-to-grant-admin-privileges-to-a-user-in-linux/) : [сайт]. — URL: [https://translated.turbopages.org/proxy\\_u/en-ru.ru.482abc84-66ef0817-3e4879b7-74722d776562/https/www.geeksforgEEKS.org/how-to-grant-admin-privileges-to-a-user-in-linux/](https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.482abc84-66ef0817-3e4879b7-74722d776562/https/www.geeksforgEEKS.org/how-to-grant-admin-privileges-to-a-user-in-linux/) (дата обращения: 21.09.2024).
2. Olga\_ol Лекции Технотрека. Администрирование Linux / Olga\_ol [Электронный ресурс] // Хабр : [сайт]. — URL: <https://habr.com/ru/companies/vk/articles/330782/> (дата обращения: 21.09.2024).
3. msconfig Групповые политики — ALT Linux Wiki/msconfig[Электронный ресурс] // [msconfig.ru](https://msconfig.ru) : [сайт]. — URL: <https://msconfig.ru/grupповые-politiki-alt-linu-iki/?ysclid=m1cglprv6s164436929> (дата обращения: 21.09.2024).
4. Модуль ролей / [Электронный ресурс] // ALT Linux Wiki : [сайт]. — URL: [https://www.altlinux.org/%D0%9C%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BB%D1%8C\\_%D1%80%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%B9](https://www.altlinux.org/%D0%9C%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BB%D1%8C_%D1%80%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%B9) (дата обращения: 13.09.2024).
5. Настройка Samba в Linux и Windows / [Электронный ресурс] // server space : [сайт]. — URL: [https://serverspace.ru/support/help/configuring-samba/?ysclid=m16zluY51f294475542&utm\\_source=yandex.ru&utm\\_medium=organic&utm\\_campaign=yandex.ru&utm\\_referrer=yandex.ru](https://serverspace.ru/support/help/configuring-samba/?ysclid=m16zluY51f294475542&utm_source=yandex.ru&utm_medium=organic&utm_campaign=yandex.ru&utm_referrer=yandex.ru) (дата обращения: 14.09.2024).
6. Что такое PostgreSQL? / [Электронный ресурс] // post gres pro : [сайт]. — URL: <https://postgrespro.ru/docs/postgresql/16/intro-what-is> (дата обращения: 14.09.2024).
7. SSH / [Электронный ресурс] // ALT Linux Wiki: [сайт]. — URL: <https://www.altlinux.org/SSH> (дата обращения: 15.09.2024).

8. ОС «Алт» — групповые политики в Linux, как в Windows / [Электронный ресурс] // Хабр : [сайт]. — URL: <https://habr.com/ru/companies/basealtspo/articles/747568/> (дата обращения: 16.09.2024).
9. Уймин, А. Г. Демонстрационный экзамен базового уровня. Сетевое и системное администрирование : Практикум. Учебное пособие для вузов / А. Г. Уймин. – Санкт-Петербург : Издательство "Лань", 2024. – 116 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-507-48647-2. – EDN BZJRIQ.

## References

1. How to grant the user administrator rights in Linux / [Electronic resource] // geeksforgeeks : [website]. — URL: [https://translated.turbopages.org/proxy\\_u/en-ru.ru.482a6c84-66ef0817-3e4879b7-74722d776562/https/www.geeksforgeeks.org/how-to-grant-admin-privileges-to-a-user-in-linux/](https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.482a6c84-66ef0817-3e4879b7-74722d776562/https/www.geeksforgeeks.org/how-to-grant-admin-privileges-to-a-user-in-linux/) (accessed: 09/21/2024).
  2. Olga\_ol Technotrek Lectures. Linux administration / Olga\_ol [Electronic resource] // Хабр : [website]. — URL: <https://habr.com/ru/companies/vk/articles/330782/> / (date of access: 09/21/2024).
  3. msconfig Group Policies — ALT Linux Wiki / msconfig [Electronic resource] // msconfig.ru : [website]. — URL: <https://msconfig.ru/gruppovye-politiki-alt-linux/?ysclid=m1cglprv6s164436929> (accessed: 09/21/2024).
  4. Role module / [Electronic resource] // ALT Linux Wiki : [website]. — URL: [https://www.altlinux.org/%D0%9C%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BB%D1%8C\\_%D1%80%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%B9](https://www.altlinux.org/%D0%9C%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BB%D1%8C_%D1%80%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%B9) (date of application: 09/13/2024).
  5. Configuring Samba on Linux and Windows / [Electronic resource] // server space : [website]. — URL: [https://serverspace.ru/support/help/configuring-samba/?ysclid=m16zlu51f294475542&utm\\_source=yandex.ru&utm\\_medium=organic&utm\\_campaign=yandex.ru&utm\\_referrer=yandex.ru](https://serverspace.ru/support/help/configuring-samba/?ysclid=m16zlu51f294475542&utm_source=yandex.ru&utm_medium=organic&utm_campaign=yandex.ru&utm_referrer=yandex.ru) (accessed: 09/14/2024).
  6. What is PostgreSQL? / [Electronic resource] // post gres pro : [website]. — URL: <https://postgrespro.ru/docs/postgresql/16/intro-what-is> (date of access: 09/14/2024).
  7. SSH / [Electronic resource] // ALT Linux Wiki : [website]. — URL: <https://www.altlinux.org/SSH> (date of application: 09/15/2024).
  8. Alt OS — group policies in Linux, as in Windows / [Electronic resource] // Хабр : [website]. — URL: <https://habr.com/ru/companies/basealtspo/articles/747568/> / (date of application: 09/16/2024).
  9. Uymin, A. G. Demonstration exam of the basic level. Network and System Administration : A workshop. Textbook for universities / A. G. Uymin. – St. Petersburg : Lan Publishing House, 2024. – 116 p. – (Higher education). – ISBN 978-5-507-48647-2. – EDN BZJRIQ.
-



ОТКРЫТАЯ НАУКА  
издательство

Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.8

## ПРАКТИЧЕСКИЙ ПРИМЕР КОМПЬЮТЕРНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ МНОГОЗАДАЧНОГО АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

**Смирнова М.А., Смирнов М.Н.**

*ФГБОУ ВО "САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ", Санкт-Петербург, Россия (199034, город Санкт-Петербург, Университетская наб., д.7/9), e-mail: smirnova-ma@bk.ru*

Компьютерные системы автоматического управления играют огромную роль в автоматизации различных процессов. Они применяются на фабриках и заводах, в складских комплексах, в системах управления светофорами, а также в управлении движением различных объектов – от роботов до самолетов. Широко применяются такие системы и для управления движением морских кораблей. Для успешной интеграции автоматической системы управления в бортовой комплекс любого динамического объекта необходим этап компьютерного моделирования. Этот этап начинается с разработки компьютерной модели динамического объекта и автоматической системы управления. После этого проводится компьютерное моделирование движения объекта управления в различных условиях (как в регулярных, так и в экстренных ситуациях). При необходимости производится подстройка автоматической системы управления для достижения более хороших результатов. Данная статья посвящена компьютерной реализации многозадачного автоматического управления морским судном с целью проведения компьютерного моделирования.

Ключевые слова: Управление; морской корабль; автоматический.

## A PRACTICAL EXAMPLE OF A COMPUTER IMPLEMENTATION OF MULTITASKING AUTOMATIC CONTROL

**Smirnova M.A., Smirnov M.N.**

*"ST. PETERSBURG STATE UNIVERSITY", St. Petersburg, Russia (199034, St. Petersburg, Universitetskaya nab., 7/9), e-mail: smirnova-ma@bk.ru*

Computer-based automatic control systems play a huge role in automating various processes. They are used in factories, in warehouse complexes, in traffic light control systems, as well as in motion control of various objects – from robots to airplanes. Such systems are also widely used to control the movement of naval ships. For the successful integration of an automatic control system into the on-board complex of any dynamic object, a computer simulation stage is required. This stage begins with the development of a computer model of a dynamic object and an automatic control system. After that, computer simulation of the movement of the control object is carried out in various conditions (both in regular and emergency situations). If necessary, the automatic control system is adjusted to achieve better results. This article is devoted to the computer implementation of multitasking automatic control of a marine vessel for the purpose of computer modeling.

Keywords: Control; marine ship; automatic.

Компьютерные системы автоматического управления играют огромную роль в автоматизации различных процессов. Они применяются на фабриках и заводах, в складских комплексах, в системах управления светофорами, а также в управлении движением различных объектов – от роботов до самолетов [1 – 12]. Широко применяются такие системы и для управления движением морских кораблей. Для успешной интеграции автоматической

системы управления в бортовой комплекс любого динамического объекта необходим этап компьютерного моделирования. Этот этап начинается с разработки компьютерной модели динамического объекта и автоматической системы управления. После этого проводится компьютерное моделирование движения объекта управления в различных условиях (как в регулярных, так и в экстренных ситуациях). При необходимости производится подстройка автоматической системы управления для достижения более хороших результатов. Данная статья посвящена компьютерной реализации многозадачного автоматического управления морским судном с целью проведения компьютерного моделирования.

Рассмотрим математическую модель, описывающую динамику корабля в процессе его движения:

$$\begin{aligned}\dot{\beta} &= a_{11}\beta + a_{12}\omega + b_1\delta + f_1, \\ \dot{\omega} &= a_{21}\beta + a_{22}\omega + b_2\delta + f_2, \\ \dot{\varphi} &= \omega, \\ \dot{\delta} &= u.\end{aligned}$$

В представленных уравнениях  $\omega$  – угловая скорость относительно вертикальной оси,  $\varphi$  – угол рыскания,  $\delta$  – угол отклонения вертикальных рулей,  $\beta$  – угол дрейфа,  $f_1, f_2$  – боковая сила и момент этой силы соответственно,  $u$  – искомый закон автоматического управления.

Дополним нашу математическую модель уравнениями асимптотического наблюдателя

$$\begin{aligned}\dot{z}_1 &= a_{11}z_1 + a_{12}z_2 + b_1\delta + g_1(\varphi - z_3), \\ \dot{z}_2 &= a_{21}z_1 + a_{22}z_2 + b_2\delta + g_2(\varphi - z_3), \\ \dot{z}_3 &= z_2 + g_3(\varphi - z_3),\end{aligned}$$

где вектор  $z$  – оценка вектора состояния морского судна,

$g_1, g_2, g_3$  – компоненты вектора асимптотического наблюдателя, выбранные таким образом, чтобы степень устойчивости замкнутой системы была не больше, чем 0.2.

Пусть задача маневрирования состоит в отработке заданного программного движения  $\varphi_{жс}(t)$  по углу рыскания, т.е. обеспечения близости значения  $\varphi(t)$  реального курса к значению  $\varphi_{жс}(t)$  желаемого курса в каждый момент времени  $t > 0$ .

В качестве базового закона управления выберем стабилизирующее управление по состоянию  $u = k_1\beta + k_2\omega + k_3\varphi + k_4\delta$ , построенное с помощью решения задачи LQR-оптимизации

$$J(u) = \int_0^{\infty} (x^T Q x + u^T R u) dt$$

с матрицами

$$R = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.96 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.04 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, Q = I.$$

Затем с помощью эквивалентного преобразования преобразуем полученное стабилизирующее управление к следующему виду, который гарантирует нулевую статическую ошибку:

$$u = m_1 \dot{z}_1 + m_2 \dot{z}_2 + m_3 \dot{z}_3 + n\varphi,$$

где  $m_1, m_2, m_3, n$  – коэффициенты нового закона управления, которые однозначно определяются по значениям коэффициентов исходного управления  $k_1, k_2, k_3, k_4$ .

Таким образом, мы получаем управление с нулевой статической ошибкой. Теперь нам необходимо добиться выполнения еще одного требования – следованию желаемому курсу. Для этого сформулируем правило преобразования управления  $u = m\dot{z} + n\varphi$  для обеспечения требуемого движения морского корабля по курсу:

$$u = S^{-1}(p)\varphi_{\text{жс}}(t) + m\dot{z} + n[\varphi - \varphi_{\text{жс}}(t)].$$

Рассмотрим теперь компьютерную реализацию представленного многозадачного управления. На Листинге 1 представлен программный код математической модели системы управления.

Листинг 1.

```
clc
clear all;
close all;
global a11 a12 b1 a21 a22 b2;
global k1 k2 k3 k4 g1 g2 g3;
global ky2 ky1 ky0 w0 Aw Aw2 Aw3;

krg=180/pi;

% Speed of motion
V_init=1.5;

% Actual linear coefficients
a11 = -0.24; a12 = -0.591; b1 = -0.1071;
a21 = 0.00102; a22 = -0.6195; b2 = 0.12578;

% Matrices of linear model
A3=[a11 a12 0; a21 a22 0; 0 1 0];
b3=[b1 b2 0]'; c3=[0 0 1];

A_matr_lqr = [a11 a12 0 b1; a21 a22 0 b2; 0 1 0 0; zeros(1,4)];
```



```
B_matr_lqr=[0; 0; 0; 1];

% LQR-functional
kkd=0.04;
Rd=diag([0 1-kkd kkd 0]); lmd=1;
Qd=lmd;

% LQR-synthesis
[k_lqr,s,ek]=lqr(A_matr_lqr,B_matr_lqr,Rd,Qd);
k1=-k_lqr(1); k2=-k_lqr(2); k3=-k_lqr(3); k4=-k_lqr(4);
dd=(-a11*b2+a21*b1);
m1 = (-k1*b2+k4*a21)/dd;
m2 = (k1*b1-k4*a11)/dd;
m3 = k1*(b2*a12-a22*b1)/dd-k4*(a12*a21-a11*a22)/dd+k2;
n=m3; m=[m1 m2 m3];

% Coefficients of binomial observer
ro=0.2;
s1=a11+a22; s2=a11*a22-a12*a21;
g3=3*ro+s1; g2=3*ro*ro-s2+g3*s1;
g1=(ro*ro*ro-g3*s2+a11*g2)/a21;

% Time for process
Tc=80;

% Input command signal

w01=0.05; Aw=15/57.3; Aw2=Aw*w01*w01; Aw3=Aw2*w01; w2=w01*w01;
```

Схема компьютерной модели представлена на Рисунке 1. Она содержит в себе компьютерную модель самого корабля (блок SHIP), уравнение привода (блок Rudders), построенное управление (блок Controller), начальные условия (блок Initial conditions), командный сигнал (блок Command).

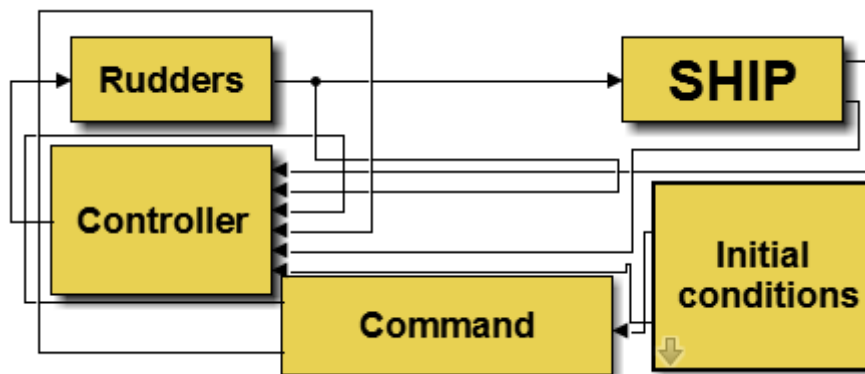


Рисунок 1. - Компьютерная модель

В качестве желаемого движения по курсу выбрана гармоническая функция с амплитудой  $A_{\text{жс}} = 15^\circ$  и частотой  $\omega_{\text{жс}} = 0.05$ :

$$\varphi_{\text{жс}}(t) = A_{\text{жс}} \sin \omega_{\text{жс}} t.$$

На Рисунке 2 представлены графики реального и желаемого курса морского корабля. Желтым цветом изображен желаемый курс  $\varphi_{\text{жс}}(t)$ , синим цветом – реальный курс  $\varphi(t)$ . Как видно из графика, на 30-й секунде реальный курс морского корабля достигает желаемого курса, и далее судно следует желаемому курсу (Рисунок 3).

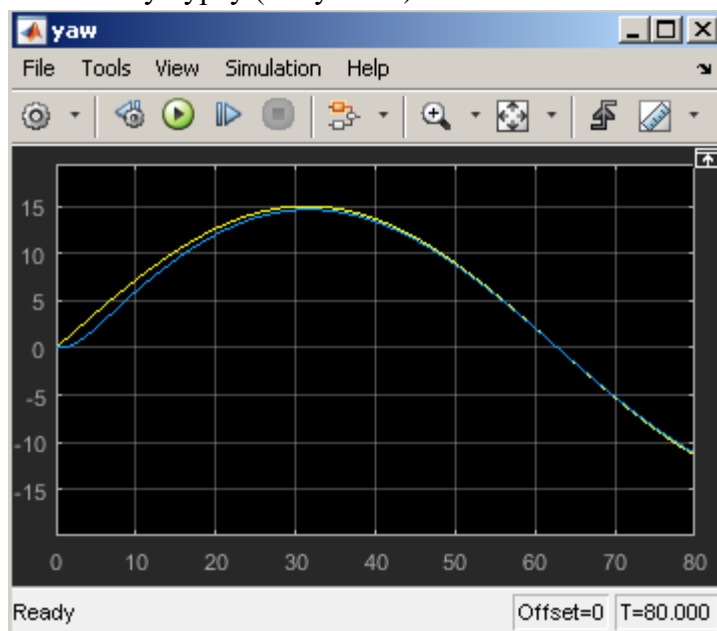


Рисунок 2. - Графики  $\varphi_{\text{жс}}(t)$  и  $\varphi(t)$  (время моделирования 80 с)

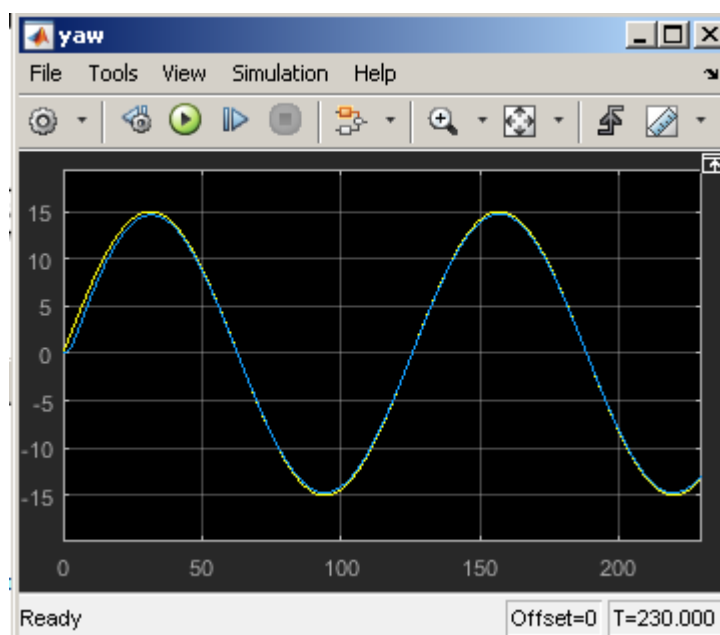


Рисунок 3.- Графики  $\varphi_{\text{жс}}(t)$  и  $\varphi(t)$  (время моделирования 230 с)

Если увеличить частоту гармонического сигнала до  $\omega_{\text{ЖС}} = 0.08$ , то, как видно из Рисунка 4, качество переходного процесса остается хорошим, что говорит о качественной работе сформированной системы автоматического управления.

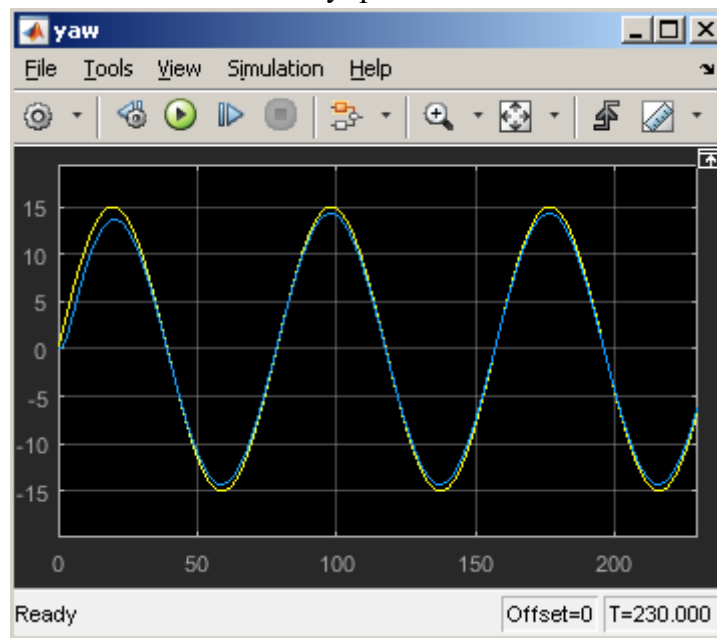


Рисунок 4. - Графики  $\varphi_{\text{ЖС}}(t)$  и  $\varphi(t)$  (время моделирования 230 с)

Таким образом, в данной статье представлен практический пример компьютерной реализации многозадачной системы автоматического управления движением морского корабля по курсу. Описана математическая и компьютерная модель рассматриваемого корабля и проведено компьютерное моделирование.

### Список литературы

1. Veremei E.I., Korchanov V.M. Multiobjective stabilization of a certain class of dynamic systems // Automation and Remote Control, №49, 1989. pp. 1210 – 1219.
2. Веремей Е.И. Линейные системы с обратной связью. – СПб.: Изд-во «Лань», 2013 – 448 с.
3. Веремей Е. И., Корчанов В. М. Многоцелевая стабилизация динамических систем одного класса // АН СССР. Автоматика и телемеханика. 1988. – № 9. – С. 126–137.
4. Веремей Е.И. Синтез законов многоцелевого управления движением морских объектов // Гироскопия и навигация. 2009. – № 4. –С. 3–14.
5. Smirnov N.V., Smirnova M.A., Smirnov A.N., Smirnov M.N. Combined control synthesis algorithm. 2017 Constructive Nonsmooth Analysis and Related Topics (Dedicated to the Memory of V.F. Demyanov), CNSA 2017 - Proceedings. –2017 – pp. 194-196.
6. Smirnova M.A., Smirnov M.N., Smirnova T.E., Smirnov N.V. Multi-purpose control laws in motion control systems // Information (Japan). –2017. –20(4). –pp. 2265-2272.2017.
7. Smirnov N.V., Smirnova M.A., Smirnova T.E., Smirnov M.N. The Problem of Synthesis the Control Laws with Uncertainties in External Disturbances. // Lecture Notes in Engineering and Computer Science, –2017.– pp. 276-279.

8. Smirnov N.V., Smirnova M.A., Smirnova T.E., Smirnov M.N. The Issues of Multipurpose Control Laws Construction. // Lecture Notes in Engineering and Computer Science. –2017. – pp. 194-196.
9. Smirnova M.A., Smirnov M.N. Multipurpose control laws in trajectory tracking problem.// International Journal of Applied Engineering Research. –2017–11(22), – pp.11104-11109.
10. Vitrant E., Canudas–De–Vit C., Georges D., Alamir M. Remote stabilization via time–varying communication network delays // IEEE Conference in Control Applications, Taiwan, –2004.
11. Smirnov M.N., Smirnova M.A. Control synthesis for marine vessels in case of limited disturbances // Telkomnika (Telecommunication Computing Electronics and Control), – 2018, –16(2), –pp. 648–653.
12. Smirnov M.N., Smirnova M.A. Questions of stabilization and control of unmanned aerial vehicles // Comptes Rendus de L'Academie Bulgare des Sciences, –2018, –71(1), –pp. 87–91.

## References

1. Veremei E.I., Korchanov V.M. Multiobjective stabilization of a certain class of dynamic systems // Automation and Remote Control, No.49, 1989. pp. 1210-1219.
2. Veremei E.I. Linear feedback systems. – St. Petersburg: Publishing house "Lan", 2013 – 448 p.
3. Veremey E. I., Korchanov V. M. Multipurpose stabilization of dynamical systems of one class // USSR Academy of Sciences. Automation and telemechanics. 1988. – No. 9. – pp. 126-137.
4. Veremey E.I. Synthesis of laws of multipurpose motion control of marine objects // Gyroscopy and navigation. 2009. – No. 4. –pp. 3-14.
5. Smirnov N.V., Smirnova M.A., Smirnov A.N., Smirnov M.N. Combined control synthesis algorithm. 2017 Constructive Nonsmooth Analysis and Related Topics (Dedicated to the Memory of V.F. Demyanov), CNSA 2017 - Proceedings. –2017 – pp. 194-196.
6. Smirnova M.A., Smirnov M.N., Smirnova T.E., Smirnov N.V. Multi-purpose control laws in motion control systems // Information (Japan). –2017. –20(4). –pp. 2265-2272.2017.
7. Smirnov N.V., Smirnova M.A., Smirnova T.E., Smirnov M.N. The Problem of Synthesis the Control Laws with Uncertainties in External Disturbances. // Lecture Notes in Engineering and Computer Science, –2017.– pp. 276-279.
8. Smirnov N.V., Smirnova M.A., Smirnova T.E., Smirnov M.N. The Issues of Multipurpose Control Laws Construction. // Lecture Notes in Engineering and Computer Science. –2017. – pp. 194-196.
9. Smirnova M.A., Smirnov M.N. Multipurpose control laws in trajectory tracking problem.// International Journal of Applied Engineering Research. –2017–11(22), – pp.11104-11109.
10. Vitrant E., Canudas–De–Vit C., Georges D., Alamir M. Remote stabilization via time–varying communication network delays // IEEE Conference in Control Applications, Taiwan, –2004.
11. Smirnov M.N., Smirnova M.A. Control synthesis for marine vessels in case of limited disturbances // Telkomnika (Telecommunication Computing Electronics and Control), – 2018, –16(2), –pp. 648–653.

Смирнова М.А., Смирнов М.Н. Практический пример компьютерной реализации многозадачного автоматического управления // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности.– 2024. –Т. 9 № 11(49) с. 86–93

---

12. Smirnov M.N., Smirnova M.A. Questions of stabilization and control of unmanned aerial vehicles // Comptes Rendus de L'Academie Bulgare des Sciences, –2018, –71(1), –pp. 87–91.

---



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.94

## ХРАНЕНИЕ ДАННЫХ В ДНК

**Миляев Д.Р.**

*ФГАОУ ВО "САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ "ЛЭТИ" ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)", Санкт-Петербург, Россия (197022, город Санкт-Петербург, ул Профессора Попова, д. 5 литера Ф), e-mail: milyaev.dmitry00@mail.ru*

Статья посвящена проблеме постоянно растущего объема данных в современном мире и новому способу их хранения. Рассматриваются особенности технологии, а также присущие достоинства и недостатки. В первой части статьи описана проблематика предмета рассмотрения. Далее приведено описание процесса хранения данных в ДНК. Статья завершается описанием плюсов и минусов технологии, а также будущим перспективам направления.

Ключевые слова: Хранение данных, информационные технологии, технологии будущего, ДНК, кодирование информации, исследования, информация.

## DATA STORAGE IN DNA

**Milyaev D.R.**

*ST. PETERSBURG STATE ELECTROTECHNICAL UNIVERSITY "LETI". V.I. ULYANOVA (LENINA), St. Petersburg, Russia (197022, St. Petersburg, Professora Popova str., 5 letter F), e-mail: milyaev.dmitry00@mail.ru*

The article is devoted to the problem of the constantly growing volume of data in the modern world and a new way of storing it. The features of the technology are considered, as well as the inherent advantages and disadvantages. The first part of the article describes the problems of the subject of consideration. The following is a description of the process of storing data in DNA. The article concludes with a description of the pros and cons of the technology, as well as the future prospects of the direction.

Keywords: Data storage, information technology, future technologies, DNA, information coding, research, information..

### Необходимость нового метода хранения данных

С ростом интернета количество создаваемой человеком информации увеличивается быстрыми темпами. По прогнозам, за следующие три года общий объем цифровых данных утроится и достигнет 175 зетабайт (175 миллиардов терабайт). Существующие сейчас технологии хранения данных, такие как жесткие диски и магнитные ленты, не обеспечат надежное и долговечное сохранение такого объема информации.

Исследователи считают, что строительство новых центров обработки с применением сегодняшних технологий не спасет человечество от переизбытка информации. Хранение данных будет становиться все более дорогостоящим, что будет тормозить развитие по всем передовым направлениям.

Одно из перспективных решений — хранение данных в искусственных молекулах ДНК. Всего один грамм ДНК способен хранить в себе до 215 петабайт данных. Это означает, что весь существующий сегодня интернет-контент мог бы поместиться в небольшую коробку.

Впервые идею хранить информацию в таком формате более 60 лет назад предложил американский физик и нобелевский лауреат Ричард Фейнман. На тот момент идея звучала крайне неоднозначно — но появившиеся в XXI веке методы создания полностью синтетической ДНК-молекулы сделали эту технологию реальностью.

Рынок разработок в области цифровой ДНК-памяти в прошлом году достиг \$105.5 млн, и в дальнейшем, будет расти на 69,8% в год. Исследованиями в этой области занимаются технологические компании, научные институты и даже Агентство национальной безопасности США. [1]

### **Хранение данных в ДНК**

ДНК представляет собой последовательность нуклеотидов. Их четыре: аденин, гуанин, тимин, цитозин.

Для кодирования информации каждому из них приписывают цифровой код. Например, тимин — 0, гуанин — 1, аденин — 2, цитозин — 3.

Эта система аналогична тому, как хранит данные компьютер — с той лишь разницей, что цифровые данные зашифрованы в виде последовательностей из нулей и единиц.[1]

Последовательность нуклеотидов позволяет кодировать информацию о различных типах РНК. Все эти типы РНК синтезируются на матрице ДНК за счет копирования последовательности ДНК в последовательность РНК, синтезируемой в процессе транскрипции, и принимают участие в биосинтезе белков.

Помимо кодирующих последовательностей, ДНК клеток содержит последовательности, выполняющие регуляторные и структурные функции. Кроме того, в геноме эукариот часто встречаются участки, принадлежащие «генетическим паразитам», например, транспозонам.

Для того, чтобы использовать ДНК как носитель информации, необходимо решить две основные задачи: как кодировать и декодировать информацию в ДНК, и как синтезировать и стабилизировать ДНК. Для кодирования и декодирования информации в ДНК можно использовать простой алгоритм, который основан на бинарной системе счисления. В бинарной системе счисления информация представляется в виде последовательности нулей и единиц, называемых битом. Каждый бит соответствует одному из двух состояний: включено или выключено, да или нет, истина или ложь и т. д. Например, число 13 в десятичной системе счисления записывается как 1101 в бинарной системе счисления.

Для того, чтобы перевести бинарную информацию в ДНК, можно использовать следующее правило: 00 соответствует А, 01 соответствует Т, 10 соответствует Г, 11 соответствует Ц. Таким образом, число 1101 в бинарной системе счисления будет закодировано в ДНК как ГЦАТ. Для того, чтобы перевести информацию из ДНК в бинарную систему счисления, нужно использовать обратное правило: А соответствует 00, Т соответствует 01, Г соответствует 10, Ц соответствует 11. Таким образом, последовательность ГЦАТ в ДНК будет декодирована в бинарную систему счисления как 1101.[2]

### **Процесс передачи данных с помощью ДНК**

В основе новой технологии хранения информации лежит способность ДНК записывать и сохранять информацию. Для создания искусственной ДНК-молекулы требуется определить нужную последовательность нуклеотидов. Затем строительные блоки будущей ДНК, производные от отдельных нуклеотидов, добавляются в раствор и соединяются в общую цепочку.

Этот процесс синтеза был автоматизирован в начале 1980-х годов, но существующие технологии синтезируют относительно короткие цепочки ДНК - не более 200 нуклеотидов, что занимает много времени.

В сфере хранения данных точность не столь критична, как в медицине, где любая ошибка может иметь серьезные последствия. Поэтому разработчики ищут новые подходы к синтезу ДНК.

Стартап Catalog предложил использовать набор из 100 коротких фрагментов ДНК, которые заранее готовятся в большом количестве. Эти фрагменты соединяются не случайным образом, а в строго определенной последовательности, заданной компьютером. Робот добавляет фрагменты в раствор, а затем ферменты соединяют их в единую цепочку. Прототип Catalog способен синтезировать ДНК со скоростью 125 Гб в сутки, а будущая модель будет в тысячу раз быстрее.

Важный этап в разработке - это преобразование двоичных данных в четырехзначную систему, которая подходит для записи на ДНК. Современные методы позволяют сжимать данные без потери качества и записывать их с максимальной плотностью. Исследователи из Иллинойского Института Бекмана расширили алфавит ДНК, добавив в него 7 новых символов, увеличив тем самым вместимость ДНК-носителя.

Искусственная ДНК-молекула создается путем сборки последовательностей нуклеотидов в соответствии с закодированной информацией. Процесс напоминает работу струйного принтера, где информация "печатается" на стекле.

Для долговременного хранения ДНК используют специальные растворы, которые минимизируют физический износ. Существуют компании, использующие для хранения ДНК живые организмы, например, бактерии. Чтобы прочитать данные с ДНК, ее необходимо секвенировать - определить последовательность нуклеотидов. Современные методы секвенирования позволяют одновременно считывать несколько участков ДНК, что значительно ускоряет процесс.

Таким образом, ДНК-носитель является перспективной технологией хранения данных. Ученые работают над усовершенствованием методов синтеза, секвенирования и хранения, чтобы сделать эту технологию доступной и эффективной.

После секвенирования данные подвергаются декодированию. Выведенная последовательность нуклеотидов переводится обратно в двоичный код и собирается в формат, поддерживаемый компьютером.

*Преимущества и недостатки технологии*

Потенциально у синтетической ДНК-молекулы множество преимуществ по сравнению с традиционными хранилищами данных, но есть и свои ограничения.

*Преимущества*

Новая технология хранения информации в ДНК обладает рядом преимуществ, которые делают ее привлекательной альтернативой традиционным методам.

- Вместимость:

ДНК-молекула способна хранить информацию в 1009 раз плотнее, чем самый компактный жесткий диск. Это достижение свидетельствует о громадном потенциале ДНК как носителя информации. Разработчики постоянно работают над увеличением плотности записи, чтобы еще больше повысить эффективность этой технологии.



- Долговечность:

ДНК-молекула отличается невероятной устойчивостью. Состав ДНК остается неизменным десятки тысяч лет, что позволяет ученым расшифровывать информацию, содержащуюся в останках древних организмов. ДНК-молекулы сохраняют свою целостность в течение долгих периодов - ученым удалось извлечь геном из зубов сибирского мамонта, возраст которого составляет миллион лет. Для усиления сохранности ДНК-молекул рекомендуется хранить их при низких температурах. При 10°C информация сохраняется около 2000 лет, а при -20°C - 2000 столетий. В сравнении с этим, магнитные ленты - один из самых надежных носителей информации - сохраняют работоспособность в течение 30 лет.

- Постоянство:

Цифровые технологии стремительно развиваются, но в то же время быстро устаревают, что затрудняет доступ к информации, записанной на старых устройствах. [2] Структура ДНК остается неизменной уже 3 миллиарда лет. Это означает, что ДНК-хранилище не подвержено устареванию, и человечество всегда сможет расшифровать информацию, записанную с помощью этой технологии.

- Экологичность:

Современные серверные центры потребляют огромные объемы электроэнергии, что негативно влияет на окружающую среду. ДНК-хранилище работает без электричества, что делает его более экологичным решением.

#### *Недостатки*

Несмотря на то, что заголовки научных изданий прочат ДНК-памяти большое будущее, речи о массовом применении технологии пока не идет.

- Дороговизна

Хранение информации в ДНК сегодня очень дорогое. Текущая стоимость загрузки одного мегабайта — около \$1. Компании, конечно, активно работают над ее снижением. Так, например, перспективная, но пока не воплощенная в жизнь многослойная модель ДНК-хранилища от французского стартапа *BioMemory* позволит снизить стоимость до \$1 за терабайт (то есть в 1 млн раз).

При этом самой дорогой составляющей технологии, по мнению ученых, остается синтез самой искусственной ДНК-молекулы.

В развитии и удешевлении технологии синтеза ДНК заинтересованы далеко не только те, кто хочет хранить в ней данные. Последние 20 лет она развивается как самостоятельная отрасль и имеет огромное значение для биологии, медицины и генетики. На основе таких молекул создаются полезные бактерии, вакцины и биологическое топливо.[3]

Развитие технологий приводит к тому, что стоимость создания ДНК-молекулы уменьшается. За последние 30 лет оно подешевело в 10 миллионов раз. Возможно не за горами момент, когда цена станет достаточно низкой для массового производства.

Другой способ решения проблемы с дороговизной — использование натуральных ДНК-молекул вместо искусственных. Именно это сделали ученые из Гарвардского университета в 2017 году, записав короткую анимацию на ДНК живых бактерий. Для записи использовался механизм CRISPR, который позволяет бактериям вырабатывать иммунитет, накапливая память о встреченных вирусах. Но есть серьезная проблема — в отличие от синтезированной, натуральная молекула ДНК склонна к мутации, что сильно снижает надежность хранения данных.

- Низкая скорость загрузки

Вторая слабая сторона всех текущих разработок связана с первой: при высокой стоимости у технологии крайне низкая скорость работы.

В 2021 году ученым из Технологического исследовательского института Джорджии удалось создать прототип ДНК-чипа, потенциально способного параллельно записывать до 20 Гб данных в день благодаря одновременному созданию нескольких цепочек. Но пока его работа недостаточно стабильна.

- Низкая скорость поиска и выгрузки

Большинство цифровых данных предполагают постоянный доступ к ним. Низкая скорость поиска и выгрузки данных на ДНК-носителе делает работу с ними крайне неэффективной.

Этот вызов пытаются преодолеть компания Catalog. Ее особенность в быстрой системе поиска данных по ключевым словам. Для поиска данных в записанном учеными отрывке из «Гамлета» в 17 000 слов системе понадобилось всего несколько минут.

Этот невысокий показатель, но все дело в самом принципе. Разработанный химический метод позволяет сразу осуществлять поиск в том участке, где содержится нужная информация, не анализируя структуру целиком. Ученые уверяют, что в будущем этот метод ускорится примерно в тысячу раз.

- Недостающая компактность

Устройства для записи и считывания информации с ДНК совсем не так компактны, как сами молекулы. Так, разработка Catalog под названием Shannon, как говорят ее создатели, занимает объем среднестатистической комнаты. Для решения проблемы ученые объединили усилия с компанией Seagate, лидером в сфере современных систем хранения. По словам технического директора Catalog Дэвида Турека, совместно они будут стремиться уменьшить объем в тысячу раз. Конечная цель — создать «лабораторию на чипе», содержащую десятки резервуаров для хранения молекул ДНК.

Сами разработчики настроены оптимистично. «Мы не видим никаких радикальных препятствий для успеха этой технологии», — говорит Адам Мейер, старший научный сотрудник Гарварда. В пример он приводит магнитную ленту для хранения данных, которая совершенствовалась в течение 60 лет, прежде чем стать передовым способом хранения информации.[3]

### **Будущее технологии**

ДНК давно признана идеальным носителем информации благодаря своей плотности, долговечности и способности к копированию. Несмотря на успешные эксперименты по записи на ДНК различных данных, включая литературные произведения и музыку, массовое применение этой технологии сдерживается сложностью и дороговизной процесса.

Компания Catalog под руководством Хьенджуна Парка работает над созданием революционной машины, способной записывать терабайты данных на ДНК ежедневно.

Цель компании - предложить корпоративным клиентам, включая IT-компании, индустрию развлечений и государственные учреждения, услуги хранения данных на ДНК.

Успех этой технологии позволит решить проблему переизбытка информации, которая остро стоит в XXI веке.

Магнитные ленты, используемые для хранения цифровых архивов, требуют замены каждые 10 лет. Переход к ДНК-хранилищу в первую очередь станет доступен крупным

клиентам, но в долгосрочной перспективе предполагается полная замена магнитных накопителей.

Развитие генетики и синтетической биологии может ускорить этот процесс, позволив людям получить доступ к данным, хранящимся в их собственной ДНК.

### Список литературы

1. DNA Chips: The Billion Gigabyte Storage Solution of Tomorrow [электронный ресурс] URL: <https://scitechdaily.com/dna-chips-the-billion-gigabyte-storage-solution-of-tomorrow/> (дата обращения 10.09.24).
2. Дж. Уотсон. Двойная спираль. Издательство Харвест, 2013. – 400 с.
3. От флешек к ДНК: разбираемся в новой технологии хранения данных [электронный ресурс] URL: <https://habr.com/ru/companies/itglobalcom/articles/743248/> (дата обращения 11.09.24).

### References

1. DNA Chips: The Billion Gigabyte Storage Solution of Tomorrow [electronic resource] URL: <https://scitechdaily.com/dna-chips-the-billion-gigabyte-storage-solution-of-tomorrow/> / (accessed 09/10/24).
  2. J. Watson. The double helix. Harvest Publishing House, 2013. – 400 p.
  3. From flash drives to DNA: we understand the new technology of data storage [electronic resource] URL: <https://habr.com/ru/companies/itglobalcom/articles/743248/> / (accessed 11.09.24).
-



Международный журнал информационных технологий и  
энергоэффективности

Сайт журнала: <http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.8

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЕЙ

<sup>1</sup>Шутемов Н.А., Тряпочкин С.А., Ахметшина Э.Г.

ФГБОУ ВО "ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ И ИНФОРМАТИКИ", Самара, Россия, (443010, Самарская  
область, город Самара, ул. Льва Толстого, д.23 ), e-mail: <sup>1</sup>[shutemov00@mail.ru](mailto:shutemov00@mail.ru)

В статье рассматриваются основные этапы проектирования коммуникационных сетей, включая подготовку проектной документации и согласование с регулирующими органами. Проводится анализ ключевых факторов, влияющих на проектирование, таких как технические, экономические и организационные аспекты. Результатами исследования являются рекомендации по эффективному созданию сетей. Сделан вывод о необходимости комплексного подхода для обеспечения их надежности и устойчивости.

Ключевые слова: Сети связи, коммуникация, проектирование, чертежи.

## DESIGN OF COMMUNICATION NETWORKS

<sup>1</sup>Shutemova N.A., Tryapochkin S.A., Akhmetshina E.G.

VOLGA STATE UNIVERSITY OF TELECOMMUNICATIONS AND INFORMATICS, Samara,  
Russia, (443010, Samara region, Samara city, Lva Tolstoy str., 23 ), e-mail: <sup>1</sup>[shutemov00@mail.ru](mailto:shutemov00@mail.ru)

The article examines the main stages of designing communication networks, including the preparation of design documentation and coordination with regulatory authorities. An analysis of key factors influencing design, such as technical, economic and organizational aspects, is conducted. The results of the study are recommendations for the effective creation of networks. A conclusion is made about the need for an integrated approach to ensure their reliability and sustainability.

Keywords: Communication networks, communication, design, drawings.

### Введение

Современное общество не может существовать без коммуникационных систем, обеспечивающих обмен информацией между различными пользователями и устройствами. Процесс их проектирования является сложной задачей, которая требует всестороннего подхода и учёта множества факторов: от технических и экономических до организационных. В данной статье мы проанализируем ключевые этапы разработки коммуникационных сетей и рассмотрим важные аспекты, требующие особого внимания в процессе проектирования.

Процесс разработки сетей связи включает в себя создание проектной документации, в основе которой лежит строгое соблюдение нормативных актов, технических стандартов и действующих правил. На этом этапе осуществляется проектирование ключевых узлов сети и подбор соответствующей инфраструктуры, что учитывает прогнозируемые нагрузки, а также параметры объекта, такие как его площадь, конфигурация и предназначение. Проектные мероприятия нацелены на выполнение правил эксплуатации средств связи, соответствие

сертификационным стандартам, а также обеспечение стабильности и качественной работы сети.

Проектирование начинается с предварительного этапа, в рамках которого проводится исследование объекта, оценка его технических характеристик и экономической целесообразности, а также предпроектные исследования. Эти исследования включают сбор необходимых данных и разработку технического задания (ТЗ). Следующий шаг — это создание проектных решений для сети, завершение которых сопровождается подготовкой рабочей документации и последующим авторским надзором [1].

Предпроектные исследования включают выезд специалистов для получения исходной информации, которая включает данные о геологических особенностях участка, технические условия и требования, предъявляемые к проекту. Также немаловажной частью этого процесса является согласование мест установки оборудования с контролирующими органами.

Процесс согласования занимает не более 15 рабочих дней и может быть подан не только собственником объекта, но и доверенным лицом. Важно отметить, что изменения внешнего вида или расположения инженерного оборудования требуют повторного согласования [2].

Для завершения работ составляется акт, который фиксирует результаты проектирования и установки оборудования. Акт включает в себя вводные данные о договоре, основных исполнителях, а также детальное описание проведенных работ и их стоимости.

### **Разработка проектных решений**

Проектирование подземных коммуникаций требует соблюдения ряда принципов, обеспечивающих их эффективность и надежность: планирование, оптимальное расположение, учет природных факторов, экономическая обоснованность и оценка затрат.

Источники воды, тепла, электроэнергии и газа необходимо определить заранее, а именно, продумать точки входа в городские сети, выполнить планировку маршрутов для прокладки коммуникаций, а также учесть места отведения сточных вод. Разные виды коммуникаций должны располагаться на безопасном расстоянии друг от друга, чтобы предотвратить возможные повреждения и нарушения в их работе. Проектирование должно включать анализ рельефа и геологических особенностей территории для выбора оптимальных мест прокладки сетей. Необходимо произвести анализ потенциальных экономических выгод и эффективности использования ресурсов. Системы коммуникаций должны иметь защищенность от несанкционированного доступа и потенциальных внешних угроз [3].

Точное знание расположения и маршрутов прокладки трубопроводов и подземных кабелей, которые составляют инженерные сети в населенных пунктах, стало необходимостью при проектировании и выполнении всех видов работ по прокладке подземных коммуникационных сетей. Как правило, они располагаются под уличными сетями. Таким образом, при реконструкции улицы или проспекта предполагается избежать разрушения этих существующих сетей, если они будут поддерживаться в рабочем состоянии, а при их замене для экономической эффективности работ необходимо знать маршрут и глубину прокладки. Расширение маршрутов метрополитена в крупных городах предполагает земляные работы, по крайней мере, в тех районах, где станции метрополитена спроектированы с выходами на поверхность, что требует проведения некоторых работ по отклонению маршрутов канализации, водоснабжения, газоснабжения и т.д., инженерные сети которых находятся под улицами крупных городов. Эффективное и точное исследование этих подземных инженерных

сетей обеспечивается георадарными системами, которые основаны на современных технологиях передачи и приема микроволн, на программном обеспечении для автоматического сбора данных и на специализированном программном обеспечении для обработки и интерпретации этой информации. Возможность сопоставления георадарных данных с данными, предоставляемыми системами позиционирования GNSS или тахеометрами, может привести к получению высококачественных продуктов 3D-моделирования исследуемой территории, легко интегрируемых в тематическую ГИС [4].

### **Разработка рабочей документации**

Требования к структуре и оформлению рабочей документации для проводных систем связи на строительных объектах различных назначений определяются ГОСТ Р 21.101 и другими стандартами, относящимися к проектной и конструкторской документации для строительства.

Основными документами для начала строительства могут быть: строительно-монтажные чертежи, эскизные чертежи уникальных изделий и сметная документация.

Если в проектах используются инновационные технологии или продвинутое решения, то содержание чертежей может быть скорректировано и согласовано с заказчиком и подрядными организациями [5].

В настоящее время особую значимость и распространенность в рабочей документации приобретает 3D моделирование. Целью системы понимания чертежей является преобразование объекта в формат CAD. Выходные данные могут быть представлены в формате IGES (нейтральный файл) или в формате конкретной CAD-системы (Catia, Autocad, Medusa, Compas и др.). Понимание системы может быть представлено на разных уровнях. Переходя от более низкого к более высокому, она должна выполнять распознавание деталей, но этого недостаточно. Она также должна распознавать различные примитивы: дуги, наконечники стрелок, текстовые поля. Семантическое понимание может быть получено на двухмерном уровне, для каждого проекта в отдельности, или на трехмерном уровне, на котором интерпретированные двухмерные виды объединяются для получения трехмерного пространственного описания. Понимание трехмерной кинематики предполагает возможность определения ограниченного движения или вращения, описанной на исходном бумажном чертеже. Внедрение 3D изображений в процесс проектирования позволит более наглядно представлять физическую картину и качественней выполнять дизайн сетей.

### **Контроль качества**

Авторский надзор — это процесс, в ходе которого осуществляется надзорная деятельность и предотвращаются отклонения от проектных решений. Он проводится в период строительства объекта.

В последние годы строительная отрасль столкнулась с серьезными проблемами в обеспечении баланса между экологическими, экономическими и социальными аспектами. Существует множество различных исследований, посвященных различным аспектам строительной отрасли. В большинстве доступных исследований процесс надзора за коммуникационным строительством рассматривается в основном с точки зрения застройщика. Однако существует мало исследований о процессе надзора за рынком, осуществляемом правительством, и его роли в обеспечении устойчивости в конкретной области [6].

Основанный на законах, нормативных актах и обязательных технических стандартах, связанных со строительством, государственный надзор за качеством прокладки сетей - это управленческая деятельность по обеспечению обязательного контроля за соблюдением законодательства в отношении всех видов деятельности, процессов и результатов коммуникационного строительства, санкционированная административными департаментами зданий для повышения эффективности надзора и контроля за качеством строительства. Технический прогресс используется в качестве базы для научных исследований, путем привлечения высококвалифицированного профессионального и технического персонала для предоставления высокоэффективных услуг под гарантией совершенной системы контроля и управления качеством [7-8].

### **Заключение**

Проектирование коммуникационной сети — это сложный процесс, требующий тщательного планирования и учета множества факторов. Правильный подход к каждому из этапов позволит создать эффективную и надежную сеть, способную удовлетворить потребности пользователей как сегодня, так и в будущем. В условиях стремительного развития технологий важно оставаться гибкими и готовыми к изменениям, чтобы адаптироваться к новым требованиям и вызовам.

### **Список литературы**

1. Проектирование современных оптических транспортных сетей связи Ибрагимов.Р.З Фокин.В.Г Лань, 2023 г.
2. Проектирование и моделирование сетей связи. Тарасов.В.Н, Бахарева.Н.Ф,Малахов.С.В Лань, 2019 г.
3. Проектирование сетей связи Кириллов С.Н., Дмитриев В.Т. 2019г\
4. ГОСТ Р 21.703-2020 ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОЧЕЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПРОВОДНЫХ СРЕДСТВ СВЯЗИ 2020г:<https://docs.cntd.ru/document/566395781>
5. Проектирование и размещение подземных сетей: <https://www.intmarker.ru/proektirovanie-i-razmeshhenie-podzemnyh-setej/>
6. Размещение инженерного и технического оборудования на фасадах зданий, сооружений:<https://kondibest.ru/upload/iblock/0a3/Размещение%20инженерного%20и%20технического%20оборудования%20на%20фасадах%20зданий,%20сооружений.pdf>
7. Проектирование и строительство объектов и систем сетей связи: нормы, требования, этапы работы: <https://forumtech.ru/novosti-v-sfere-telekommunikaczij/proektirovanie-setej-svyazi>
8. Акт установки оборудования: <https://assistentus.ru/forma/akt-ustanovki-oborudovaniya/>

### **References**

1. Design of modern optical communication transport networks Ibragimov.R.Z. Fokin.V.G. Lan, 2023
2. Design and modeling of communication networks. Tarasov.V.N., Bakhareva.N.F., Malakhov.S. In Lan, 2019
3. Design of communication networks Kirillov S.N., Dmitriev V.T. 2019\

4. GOST R 21.703-2020 RULES FOR THE IMPLEMENTATION OF WORKING DOCUMENTATION FOR WIRED COMMUNICATION DEVICES 2020:<https://docs.cntd.ru/document/566395781>
  5. Design and placement of underground networks: <https://www.intmarker.ru/proektirovanie-i-razmeshhenie-podzemnyh-setej/>
  6. Placement of engineering and technical equipment on the facades of buildings and structures:<https://kondibest.ru/upload/iblock/0a3/Размещение%20инженерного%20и%20технического%20оборудования%20на%20фасадаз%20зданий,%20сооружений.pdf>
  7. Design and construction of facilities and communication network systems: norms, requirements, stages of work: <https://forumtech.ru/novosti-v-sfere-telekommunikaczij/proektirovanie-setej-svyazi>
  8. The act of installing the equipment: <https://assistentus.ru/forma/akt-ustanovki-oborudovaniya/>
-





Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала: <http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.942

## МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С ОПЕРАТОРОМ, РАБОТАЮЩИМ «ТОЧНО-В-СРОК»

**Подгорнов М.Д.**

ФГБОУ ВО "УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ", Ульяновск, Россия, (432017, Ульяновская область, город Ульяновск, ул. Льва Толстого, д. 42), e-mail: [maksimka\\_7373@mail.ru](mailto:maksimka_7373@mail.ru)

В работе развивается семимартингалный (траекторный) подход к математическому описанию и моделированию систем массового обслуживания (СМО) «точно-в-срок». Рассмотрены две модели СМО с оператором, работающим «точно-в-срок». Первая – с отказами в обслуживании, вторая – с бесконечной очередью. Показан переход от математической модели к итерационным формулам, по которым проводится имитационное моделирование.

Ключевые слова: Система массового обслуживания, семимартингалное описание, точно-в-срок, точечный процесс, компенсатор, имитационное моделирование.

## THE QUEUING SYSTEM MODEL WITH A JUST-IN-TIME OPERATOR

**Podgornov M.D.**

ULYANOVSK STATE UNIVERSITY, Ulyanovsk, Russia, (432017, Ulyanovsk region, Ulyanovsk city, Lva Tolstoy str., 42), e-mail: [maksimka\\_7373@mail.ru](mailto:maksimka_7373@mail.ru)

The paper develops a semi-martingale (trajectory) approach to the mathematical description and modeling of queuing systems (CMS) "just-in-time". Two models of SMO with a just-in-time operator are considered. The first is with denials of service, the second is with an endless queue. The transition from a mathematical model to iterative formulas is shown, according to which simulation modeling is carried out.

Keywords: Queuing System, semi-martingale description, just-in-time, point process, compensator, simulation modeling.

### Введение

Современные системы массового обслуживания играют ключевую роль в обеспечении эффективного взаимодействия между услугами и потребителями. В условиях растущей конкуренции и повышенных требований клиентов важность оптимизации процессов обслуживания становится особенно актуальной. Одним из подходов к повышению эффективности таких систем является внедрение модели, основанной на принципах *точно-в-срок*, также известные как *JIT* (just-in-time). Эта модель позволяет минимизировать время ожидания, снизить затраты и повысить уровень удовлетворенности клиентов за счет более точного планирования и управления ресурсами (см., например, работы [1-2]).

Стоит отметить, что для описания систем массового обслуживания *точно-в-срок* невозможно использовать методы, применяемые для описания производственных систем. Это связано с высокой частотой случайных событий в моделях СМО и соответствующих им

процессах. По этой причине, описание систем массового обслуживания *точно-в-срок* представляет все больший интерес.

Из-за низкого уровня развития математических, и в частности стохастических, моделей систем массового обслуживания *точно-в-срок* на данный момент, их описание и моделирование является крайне актуальным. Применение таких моделей крайне важно для решения задач оптимального управления, поскольку они дают возможность эффективно распределять системные ресурсы и разрабатывать оптимальные стратегии планирования. Целью исследования является разработка стохастического описания СМО с оператором, работающим *точно-в-срок*, подходящего как для аналитических методов, так и для компьютерного моделирования.

В работе изучаются две модели простой СМО в семимартингальных терминах для точечных процессов [3-5]. Первая – с отказами в обслуживании, вторая – с очередью. Здесь же допускаются некоторые предположения о процессах, присущих реальным системам.

### Постановка задачи

Рассмотрим одноканальную СМО, в которую поступают заявки одного типа. Интенсивность поступления заявок определяется параметром  $\lambda > 0$ . С момента начала обслуживания заявки, оператор должен завершить ее обработку за определенный отрезок времени, определяемый параметром  $\tau > 0$ , или, говоря иначе, *точно-в-срок*.

Для заявок, пришедших на обслуживание в момент времени, когда оператор занят, предлагается два варианта действий:

1. Заявка получает отказ в обслуживании, если оператор занят в момент ее поступления, и покидает систему (Рисунок 1).

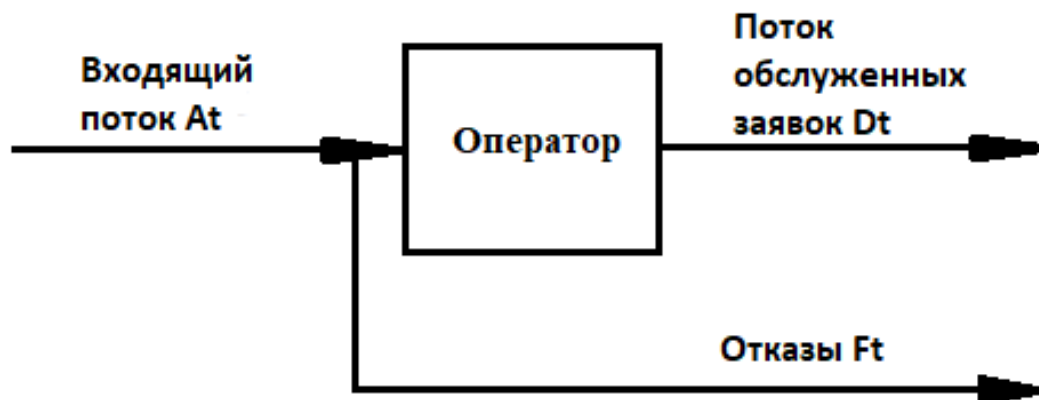


Рисунок 1. - Схема СМО с отказами

2. Заявка встает в очередь и ожидает обслуживания (Рисунок 2).

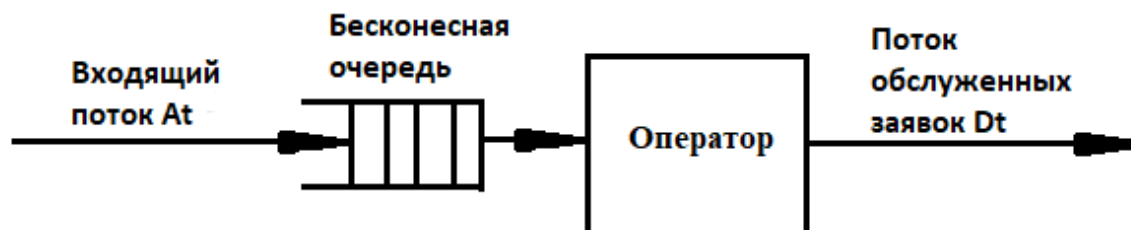


Рисунок 2.- Схема СМО с бесконечной очередью

### Математическая модель

Для описания работы систем введем считающие процессы  $A, D$ , где  $A = (A_t)_{t \geq 0}$  – число заявок, поступивших в СМО за время  $t \geq 0$ ,  $A_0 = 0$ ,  $D = (D_t)_{t \geq 0}$  – число обслуженных заявок в СМО за время  $t \geq 0$ ,  $D_0 = 0$ . Точечные процессы  $A$  и  $D$  определяются своими компенсаторами  $\tilde{A} = (\tilde{A}_t)_{t \geq 0}$  и  $\tilde{D} = (\tilde{D}_t)_{t \geq 0}$  [4]:

$$A_t = \tilde{A}_t + m_t^A, \quad (1)$$

$$D_t = \tilde{D}_t + m_t^D, \quad (2)$$

где  $\tilde{A}$  и  $\tilde{D}$  – неубывающие предсказуемые процессы,  $m^A$  и  $m^D$  – мартингалы.

Для рассматриваемой в данной работе системы компенсатор процесса  $A = (A_t)_{t \geq 0}$  имеет следующий вид:

$$\tilde{A}_t = \lambda t, \quad (3)$$

где  $\lambda > 0$  – интенсивность поступления заявок.

Компенсатор для процесса  $D = (D_t)_{t \geq 0}$  определяется соотношением:

$$\tilde{D}_t = \int_0^t \mu_s ds, \quad (4)$$

где  $\mu_t$  – интенсивность обслуживания оператора. Определять ее будем следующим соотношением:

$$\mu_t = \frac{1}{t_t^o - t} \cdot I(t_t^o > 0). \quad (5)$$

Здесь  $I(\cdot)$  – индикаторная функция,  $t_t^o$  – время, к которому оператор стремится завершить обработку текущей заявки. Отметим, что в любой момент времени  $t \geq 0$ ,  $\mu_t \geq 0$ .

1. Опишем сначала уравнение изменения  $t_t^o$  для системы с отказами в обслуживании. Оно будет иметь следующий вид:

$$dt_t^o = (t + \tau) \cdot I(A_t - D_t - F_t = 0) dA_t - t_t^o dD_t, \quad (6)$$

где  $F_t$  – количество заявок, получивших отказ в обслуживании в момент времени  $t \geq 0$ ,  $F_0 = 0$ . Определяться оно будет соотношением:

$$dF_t = I(A_t - D_t - F_t > 0) dA_t, \quad (7)$$

т.е. заявка будет получать отказ в обслуживании, если в момент ее прихода ( $dA_t = 1$ ) оператор обрабатывает другую заявку.

Логика построения уравнения (6) следующая: параметр  $t_t^o$  принимает значение равное сумме текущего значения времени и параметра  $\tau$ , если в момент прихода новой заявки ( $dA_t =$

1) оператор свободен (определяется индикатором), и обнуляется, когда оператор заканчивает обслуживание текущей заявки ( $dD_t = 1$ ).

2. Аналогично опишем уравнения для системы с очередью:

$$dt_t^o = (t + \tau) \cdot I(A_t - D_t - F_t = 0)dA_t + (t + \tau - t_t^o) \cdot I(q_t > 0)dD_t - t_t^o(q_t = 0)dD_t, \quad (8)$$

где  $q_t$  – количество заявок в очереди в момент времени  $t \geq 0$ ,  $q_0 = 0$ . Для параметра  $q_t$  можно написать следующее балансовое уравнение:

$$dq_t = I(A_t - D_t - q_t > 0)dA_t - I(q_t > 0)dD_t, \quad (9)$$

т.е. очередь будет увеличиваться на единицу, если в момент прихода новой заявки ( $dA_t = 1$ ) оператор занят, и уменьшаться на единицу, если в момент окончания обслуживания текущей заявки ( $dD_t = 1$ ) очередь не пуста ( $q_t > 0$ ).

Логика построения уравнения (8) такова. Во-первых, параметр  $t_t^o$  принимает значение равное сумме текущего значения времени и параметра  $\tau$ , если в момент прихода новой заявки ( $dA_t = 1$ ) оператор свободен, либо если в момент окончания обслуживания текущей заявки ( $dD_t = 1$ ) в очереди есть заявки ( $q_t > 0$ ). Во-вторых, обнуляется, если в момент окончания обслуживания текущей заявки ( $dD_t = 1$ ) очередь пуста ( $q_t > 0$ ).

### Итерационные формулы

Выведем формулы, необходимые для имитационного моделирования СМО. На стохастическом базисе  $B = (\Omega, \mathcal{F}, F = (\mathcal{F}_t)_{t \geq 0}, P)$  из формул (1)-(9) можно получить следующие инфинитезимальные соотношения:

$$P\{A_{t+\Delta} - A_t = 1 | \mathcal{F}_t\} = \lambda \cdot \Delta + o(\Delta), \quad (10)$$

$$P\{D_{t+\Delta} - D_t = 1 | \mathcal{F}_t\} = \mu_t \cdot \Delta + o(\Delta). \quad (11)$$

Формулы (10)-(11) позволяют, основываясь на понятии геометрической вероятности, провести имитационное моделирование. А именно, введя дискретизацию (шаг по времени)  $\Delta$  из условия  $\lambda \cdot \Delta \ll 1, \mu_t \cdot \Delta \ll 1$ , получим следующие итерационные формулы (для вычисления значений процессов в момент времени  $t + \Delta$  через значения процессов в момент  $t$ ):

$$A_{t+\Delta} = A_t + \delta(\lambda), \quad (12)$$

$$D_{t+\Delta} = D_t + \delta(\mu_t), \quad (13)$$

где  $\delta(\gamma) = \begin{cases} 1, & \text{с вероятностью } \gamma \cdot \Delta, \\ 0, & \text{с вероятностью } 1 - \gamma \cdot \Delta. \end{cases}$

Для системы с отказами формулы имеют вид:

$$F_{t+\Delta} = F_t + I(A_t - D_t - F_t > 0)\Delta A_t, \quad (14)$$

$$t_{t+\Delta}^o = t_t^o + (t + \tau) \cdot I(A_t - D_t - F_t = 0)\Delta A_t - t_t^o \Delta D_t. \quad (15)$$

Формулы для системы с очередью:

$$q_{t+\Delta} = q_t + I(A_t - D_t - q_t > 0)\Delta A_t - I(q_t > 0)\Delta D_t, \quad (16)$$

$$t_{t+\Delta}^o = t_t^o + (t + \tau) \cdot I(A_t - D_t - F_t = 0)\Delta A_t + (t + \tau - t_t^o) \cdot I(q_t > 0)\Delta D_t - t_t^o \cdot I(q_t = 0)\Delta D_t. \quad (17)$$

Здесь  $\Delta A_t = A_{t+\Delta} - A_t, \Delta D_t = D_{t+\Delta} - D_t$ .

### Результаты компьютерного моделирования

Практическая реализация СМО осуществлена с помощью языка программирования высокого уровня C# в среде разработки Visual Studio 2019. На Рисунках 3,4 представлены

результаты моделирования систем при параметрах  $\tau = 1, \lambda = 1$  и времени моделирования  $T = 10$ .

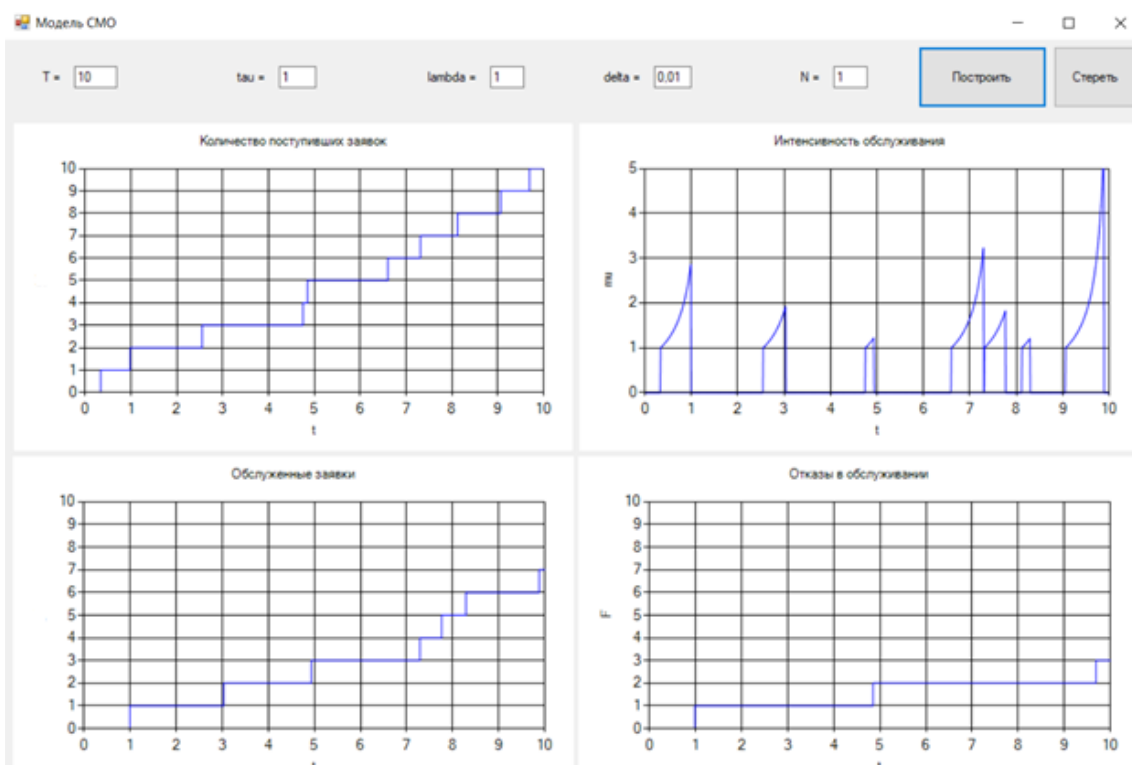


Рисунок 3. - Модель СМО с отказами

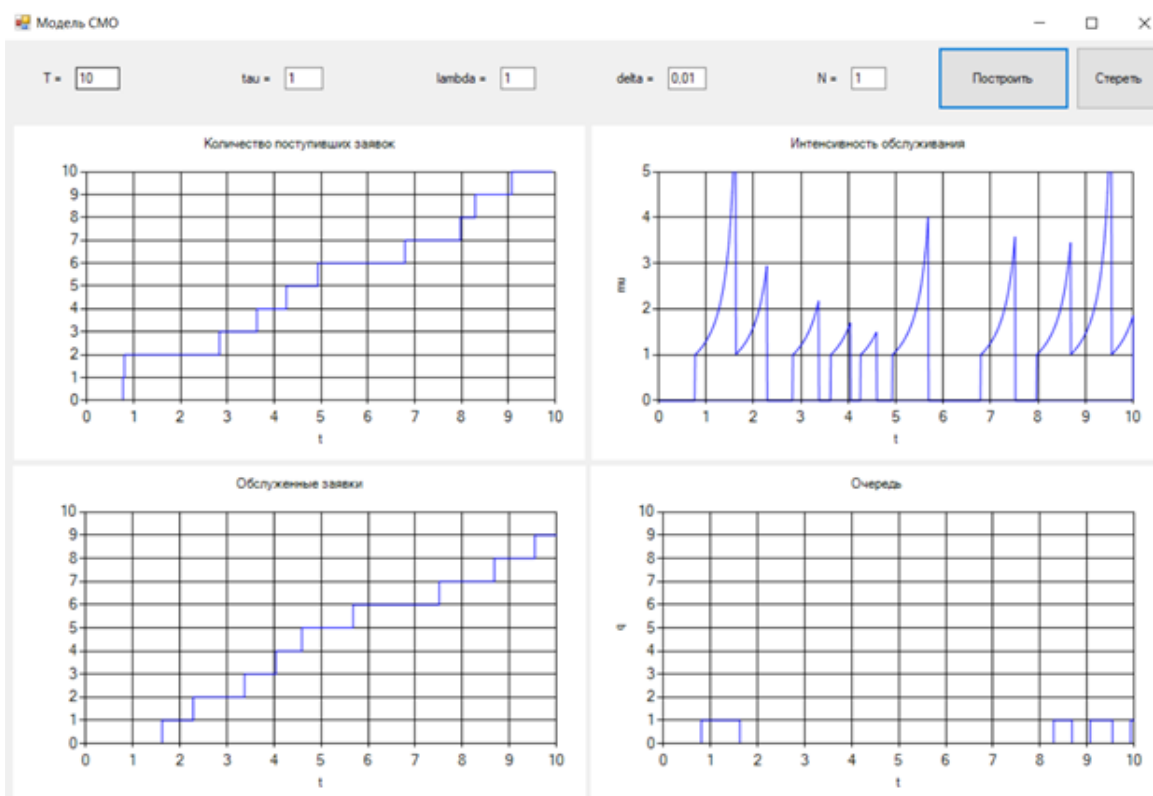


Рисунок 4. - Модель СМО с очередью

Результаты моделирования показывают, что обе системы корректно справляются с поставленными задачами, оператор обрабатывает заявки точно в срок.

### Заключение

В результате выполнения данной работы была построена математическая модель системы массового обслуживания с оператором, работающими *точно-в-срок* в семимартингальных терминах. Показан переход от математической модели к итерационным формулам, по которым было проведено имитационное моделирование.

### Список литературы

1. Butov A.A., Kovalenko A.A. Stochastic models of simple controlled systems just-in-time // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Физикоматематические науки. 2018, т. 22, № 3, с. 518-531.
2. Бутов А.А. Оценивание параметров распределенных продуктивных систем, работающих по принципу «точно в срок» // Автомат. и телемех. 2020, № 3, с.14–27.
3. Бородин А.Н. Случайные процессы: Учебник. Спб.: Изд-во «Лань», 2013.
4. Бутов, А.А. Теория случайных процессов и её дополнительные главы: учеб. пособие. Ч. 1. Введение в стохастическое исчисление. Ульяновск : УлГУ, 2016
5. Бутов, А.А. Теория случайных процессов и её дополнительные главы: учеб. пособие. Ч. 2. Случайное блуждание, винеровский процесс, стохастический интеграл, диффузионные процессы. Ульяновск : УлГУ, 2021

### References

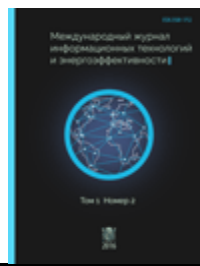
1. Butov A.A., Kovalenko A.A. Stochastic models of simple controlled systems just-in-time // Bulletin of the Samara State Technical University. Series: Physical and Mathematical Sciences. 2018, vol. 22, No. 3, pp. 518-531.
  2. Butov A.A. Estimation of parameters of distributed productive systems operating on the principle of "just in time" // Automaton. and telemech. 2020, No. 3, pp.14-27.
  3. Borodin A.N. Random processes: Textbook. St. Petersburg: Publishing house "Lan", 2013.
  4. Butov, A.A. Theory of Random Processes and Its Additional Chapters. allowance. Part 1. Introduction to Stochastic Calculus. Ulyanovsk : Ulyanovsk State University, 2016
  5. Butov, A.A. Theory of Random Processes and Its Additional Chapters. allowance. Part 2. Random walk, Wiener process, stochastic integral, diffusion processes. Ulyanovsk : Ulyanovsk State University, 2021
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 622.276.1

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ НЕФТЕШЛАМА: ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ И РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

<sup>1</sup>Царегородцев Е.Л., <sup>2</sup>Можекин Ф.Р., <sup>3</sup>Миргородский Г.А.

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «СМОЛЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ», Смоленск, Россия (214000, г. Смоленск, ул. Пржевальского, 4), e-mail: evgencar@rambler.ru.

<sup>2,3</sup>ФГБОУ ВО "НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ "МЭИ" (ФИЛИАЛ В Г.СМОЛЕНСКЕ) Смоленск, Россия (214013, Смоленская область, город Смоленск, Энергетический пр-д, д. 1.

Утилизация нефтешлама представляет собой важную задачу для экологической безопасности и устойчивого развития нефтегазовой отрасли. Предложена технологическая схема переработки нефтешлама. Определены пути дальнейшего развития заявленной темы исследования.

Ключевые слова: Экологическая безопасность, нефтешлам, проектирование системы, необходимое оборудование, утилизация.

## DESIGNING AN OIL SLUDGE DISPOSAL SYSTEM: SELECTION OF EQUIPMENT AND CALCULATION OF KEY INDICATORS

<sup>1</sup>Tsaregorodtsev E.L., <sup>2</sup>Mozhekin F.R., <sup>3</sup>Mirgorodsky G.A.

<sup>1</sup>SMOLENSK STATE UNIVERSITY, Smolensk, Russia (214000, Smolensk, Przheval'skogo str., 4), e-mail: evgencar@rambler.ru.

<sup>2,3</sup>FSBEI HE "NATIONAL RESEARCH UNIVERSITY "MPEI" (BRANCH IN SMOLENSK) Smolensk, Russia (214013, Smolensk region, Smolensk, Energetichesky proezd, 1)

Disposal of oil sludge is an important task for environmental safety and sustainable development of the oil and gas industry. The technological scheme of oil sludge processing is proposed. The ways of further development of the stated research topic are determined.

Keywords: Environmental safety, oil sludge, system design, necessary equipment, recycling.

Нефтешлам — это продукт, образующийся при переработке нефти и газоконденсата, который может негативно влиять на окружающую среду, если не будет должным образом обработан. В данной статье рассматривается процесс(итоги) проектирования системы утилизации нефтешлама, выбор необходимого оборудования и расчет экономических показателей, связанных с реализацией данной системы.

### Решение задачи и получение результатов

Для решения поставленной задачи было проведено несколько этапов:

1. *Анализ существующих технологий утилизации нефтешлама:* был рассмотрен ряд технологий, включая механическое обжигание, термическое сжигание, биологическую переработку и различные методы очистки.[1]

2. *Выбор оборудования:* на основании анализа технологий было выбрано оборудование, включающее оборудование для утилизации нефтешлама на основе термической деструкции углеродсодержащих компонентов. Каждое оборудование оценивалось по критериям, таким как производительность, стоимость, энергозатраты и требования к обслуживанию (Рисунок 1).

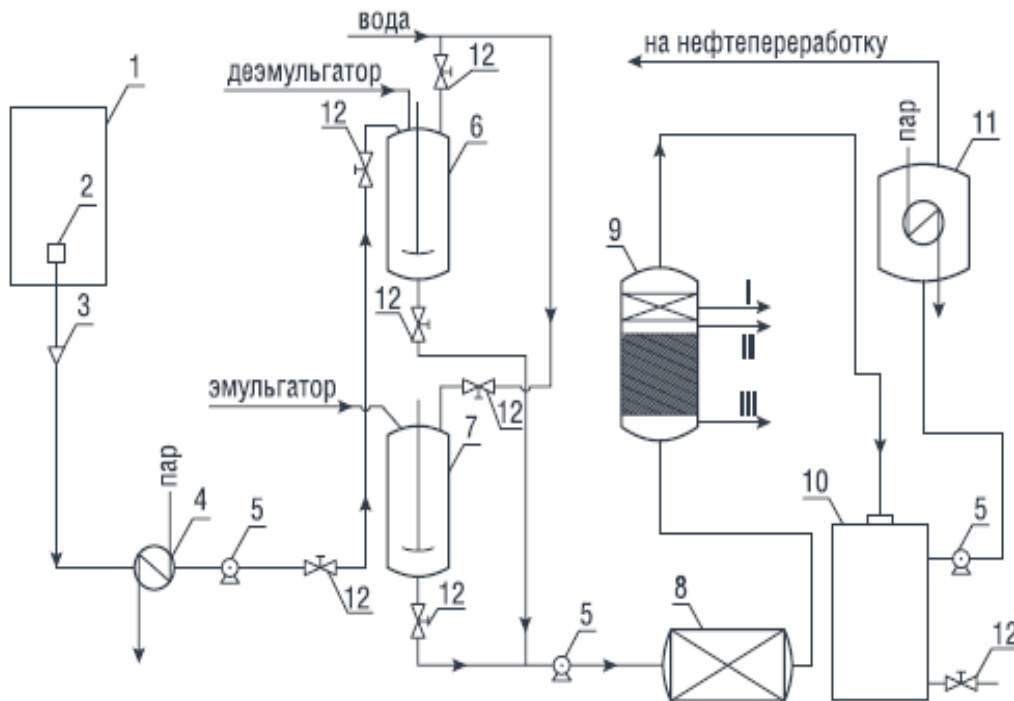


Рисунок 1. - Технологическая схема переработки нефтешлама

1 – амбар; 2 – заборное устройство; 3 – фильтр; 4 – теплообменник; 5 – насос; 6,7 – сепараторы; 8 – ускоритель диспергирования нефтешлама; 9 – сепаратор; 10 – отстойник; 11 – УОН; 12 – задвижки

Оборудование для утилизации нефтешлама на основе термической деструкции углеродсодержащих компонентов предназначено для переработки отходов нефтепромышленности, таких как нефтешлам, в полезные продукты или безопасные для окружающей среды материалы.

Основные этапы процесса включают:

1. *Подготовка сырья:* нефтешлам очищается от крупных загрязнений и обезвоживается. Это может включать механическую обработку и центрифугирование.
2. *Термическая деструкция:* в основе этого процесса лежит термическое разложение углеродсодержащих компонентов при высоких температурах. Это может осуществляться в специальных реакторах, таких как роторные печи или реакторы с псевдоожиженным слоем.
3. *Обработка газов:* образующиеся в процессе газообразные продукты проходят через систему очистки, где удаляются вредные вещества. Очищенные газы могут быть использованы для генерации энергии.



4. *Получение конечных продуктов*: на выходе из установки могут быть получены твердые остатки, такие как углеродсодержащие материалы, которые могут использоваться в строительстве или как топливо. Также возможен выход жидких углеводородов.[2]

5. *Экологическая безопасность*: современные установки оснащены системами контроля выбросов и очистки, что позволяет минимизировать воздействие на окружающую среду.

### **Анализ результатов**

Результаты исследования показывают, что выбранная система утилизации нефтешлама эффективна как с точки зрения экологической безопасности, так и экономической целесообразности. Установленная производительность системы на этапе тестирования составила 95% удачной переработки нефтешлама, что значительно превышает показатели существующих технологий.

В процессе анализа также выяснилось, что наибольший вклад в экономию затрат делают инвестиции в автоматизацию процессов, что позволяет снизить потребление ресурсов и повысить эффективность работы оборудования.

### **Пути дальнейшего исследования**

Дальнейшие исследования могут быть сосредоточены на следующих направлениях:

1. *Оптимизация процессов*: разработка и тестирование новых методов переработки нефтешлама с целью дальнейшего повышения его переработки и сокращения остатков.[3]

2. *Исследование альтернативного оборудования*: анализ новых технологий, включая использование наноматериалов и микробиологических методов.

3. *Экономическое моделирование*: разработка более детализированных моделей доходности и долгосрочной устойчивости систем утилизации нефтешлама с учётом изменений законодательных норм и экономических условий.

### **Основные показатели**

Переработка нефтешлама — это сложный технологический процесс, включающий ряд операций, которые направлены на извлечение полезных компонентов из отходов и минимизацию их влияния на окружающую среду. Основные показатели в технологической схеме по переработке нефтешлама включают:

1. *Состав нефтешлама*:

- уровень содержания воды (30–85 %)
- процент органических веществ (углеводородов) (10–56 %)
- уровень содержания твердых частиц (песок, глина и другие минералы) (1,3–46 %)

2. *Температура и давление*:

- температура переработки в теплообменнике 4 (40-60°C)
- температура в сепараторе 6 (60-70°C)
- температура в установке обезвоживания нефти 11 (70-100°C)
- давление процессов в теплообменнике 4 (3-4 атм.)
- давление процессов в УОН 11 (9-10 атм.)

В случае соблюдения всех требований остаточное содержание воды в нефтепродукте не превысит 1,0 мас. %, а солей 3 мг/л, и он пригоден в качестве полноценного сырьевого компонента для нефтеперерабатывающего завода.

### **Заключение**

Проектирование эффективной системы утилизации нефтешлама требует комплексного подхода к выбору оборудования и расчёту экономических показателей. Результаты данного исследования свидетельствуют о высоком потенциале новых технологий в области переработки нефтешлама, которые могут обеспечить как экономическую, так и экологическую эффективность. Предложенные направления дальнейшего исследования открывают новые горизонты для улучшения существующих решений и уменьшения негативного воздействия нефтяной отрасли на окружающую среду.

### **Список литературы**

1. Кузнецов, А.Л., Иванова, М.И. "Экологические аспекты утилизации нефтешлама." Журнал Экологической Науки, 2020.
2. Петров, В.В., Сидоров, Ю.Г. "Технологии переработки нефтешлама." Издательство "Нефтегаз", 2021.
3. Смирнова, О.А. "Экономика утилизации отходов в нефтегазовой отрасли." Известия Академии Наук, 2022.

### **References**

1. Kuznetsov, A.L., Ivanova, M.I. "Ecological aspects of utilization Oil Sludge." Journal of Environmental Science, 2020.
  2. Petrov, V.V., Sidorov, Yu.G. "Oil sludge processing technologies." Neftegaz Publishing House, 2021.
  3. Smirnova, O.A. "Economics of waste utilization in the oil and gas industry Proceedings of the Academy of Sciences, 2022.
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 621.31161, 620.98

## АНАЛИЗ И ОБОБЩЁННАЯ МЕТОДИКА ПОДБОРА АККУМУЛЯТОРНЫХ ЯЧЕЕК ДЛЯ РЕЗЕРВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ, РАССЧИТАННЫХ НА КРУГЛОГОДИЧНУЮ ЭКСПЛУАТАЦИЮ

**Зубарев М.А.**

*ФГАОУ ВО "САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ", Санкт-Петербург, Россия (190000, город Санкт-Петербург, Большая Морская ул., д.67 лит. а), e-mail: [mishaniya1121@yandex.ru](mailto:mishaniya1121@yandex.ru)*

Повсеместное внедрение возобновляемой энергетики идет параллельно с массовым распространением источников хранения энергии. На сегодня порядка 50% солнечных электростанций в США и Европе используют аккумуляторные блоки, среди ветряных электростанций этот показатель в диапазоне 20–30% [1], [2]. Использование аккумуляторных блоков в составе микро-ГЭС встречается реже, исключением являются полностью автономные системы с необходимостью в резервном электропитании. В работе будет представлен краткий анализ преимуществ использования, получивших большую популярность сегодня аккумуляторов типа GEL, сравнение с конкурентами, и методика обобщенного расчета необходимой емкости аккумуляторных блоков для долгосрочной эксплуатации накопительного элемента.

Ключевые слова: Аккумуляторные ячейки.

## ANALYSIS AND GENERALIZED METHOD OF SELECTION OF BATTERY CELLS FOR BACKUP POWER SUPPLIES DESIGNED FOR YEAR-ROUND OPERATION

**Zubarev M.A.**

*ST. PETERSBURG STATE UNIVERSITY OF AEROSPACE INSTRUMENTATION, St. Petersburg, Russia (190000, St. Petersburg, Bolshaya Morskaya str., 67 lit. a), e-mail: [mishaniya1121@yandex.ru](mailto:mishaniya1121@yandex.ru)*

The widespread introduction of renewable energy goes hand in hand with the massive proliferation of energy storage sources. Today, about 50% of solar power plants in the United States and Europe use battery packs, among wind farms this figure is in the range 20-30% [1], [2]. The use of battery packs as part of micro-hydroelectric power plants is less common, with the exception of fully autonomous systems with the need for backup power supply. The paper will present a brief analysis of the advantages of using GEL-type batteries that have become very popular today, a comparison with competitors, and a method for generalized calculation of the required capacity of battery packs for long-term operation of the storage element.

Keywords: Battery cells.

### Введение

Сегодня в сегменте аккумуляторов для резервных источников питания широко распространены аккумуляторы типа AGM (Absorbed Glass Mat) и GEL. Главными преимуществами данного типа батарей являются высокие разрядные токи и относительно низкая стоимость. Батареи типа AGM можно встретить в большом числе ИБП (источников бесперебойного питания). На их долю приходится до 70% от общего объема АКБ (аккумуляторных батарей). Классические свинцово-кислотные батареи занимают долю от 10

до 15%, доля Li-ion находится на уровне 15%. Доля Никель-Кадмиевых (Ni-Cd) АКБ менее 5% [3], [4].

Этот расклад является относительно устоявшимся, и перемены преимущественно касаются доли Li-ion аккумуляторных элементов на рынке, так как данная технология последнее время достаточно активно совершенствуется, а стоимость конечного снизилась в разы за 10 лет. (Рисунок 1)

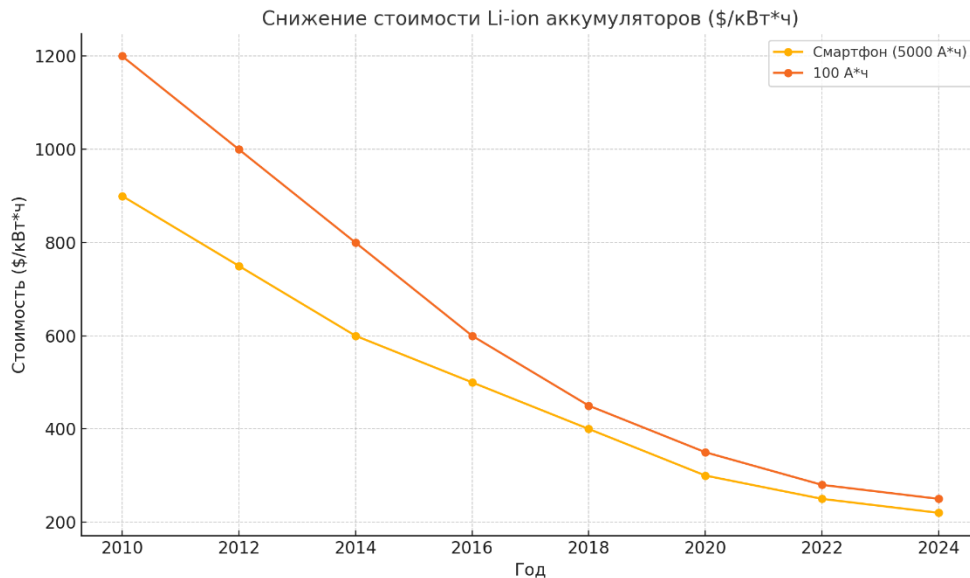


Рисунок 1. Изменение стоимости в \$/кВт\*ч для аккумуляторов типа Li-ion.

Наиболее распространенным вариантом для ИБП, срок эксплуатации которого должен составлять порядка 10 лет, является батарея типа GEL. Причиной тому являются высокие параметры ресурса, способность работы в широком диапазоне температур и медленная потеря емкости при глубоком разряде, сочетающаяся с относительно низкой ценой. Порядка 20–25 тысяч рублей за батарею на 100 А\*ч [5]. Такой ценник позволяет собрать конфигурацию до 500–600 А\*ч вместе с трехфазным инвертором, уложившись в цену до 200 тысяч рублей на проект.

Для ИБП не столь принципиален вес и габариты, так как данные устройства преимущественно устанавливаются стационарно в зданиях или специальных отсеках, не подвергаются транспортировке и в течение всего срока службы только периодически проверяются специалистами.

### 1. Особенности аккумуляторных элементов GEL. Сравнение с AGM.

Батареи типа GEL являются продолжением развития идей свинцово-кислотных аккумуляторных элементов, обладая всеми наследственными преимуществами, среди которых высокие пусковые токи, устойчивость к холодам и общая неприхотливость при круглогодичном цикле эксплуатации, в сравнении с аккумуляторными элементами Li-ion. [

Кратко перечислим основные типовые параметры аккумуляторов данного вида.

#### 1) Ресурс:

- для 30% разрядов около 1500–1800 циклов
- для 50% разрядов около 1000–1200 циклов.

- для 100% разрядов около 500 циклов.

2) Рабочий диапазон температур:

Оптимальный температурный диапазон составляет от +10°C до +30°C, при том полный рабочий диапазон температур находится в диапазоне от -20°C до +50°C.

3) Отдача мощности. Для нагрузок до 15 минут (что является коротким временным интервалом) батарея емкостью 100 А\*ч при напряжении в 12 В способна отдавать до 1.2 кВт, если учитывать разрешенные производителем разрядные токи.

Принципиальным отличием от AGM является отсутствие стремительной деградации ячейки при росте температуры окружающей среды, так, если для AGM срок службы сокращается на 50% при выходе температуры из рабочего диапазона (т.е. выше +25°C) на каждые 10 °C, то для GEL этот показатель находится в диапазоне 20-30%.

Вторым минусом в сравнение двух типов батарей является меньший ресурс AGM аккумуляторов. Эта проблема не столь популярна, так как для ИБП 5 лет работы является достаточно большим сроком, но с точки зрения загрязнения окружающей среды аккумуляторными изделиями, предпочтительней выбирать GEL. Сравнение ресурсов можно наблюдать на Рисунке 2.. [6]

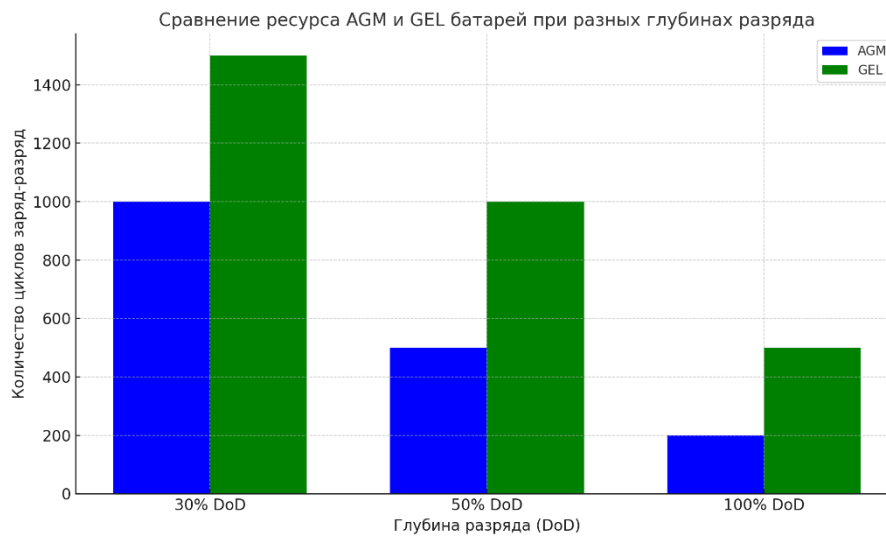


Рисунок 2. - Сравнение ресурса AGM и GEL батарей при разных глубинах разряда.

Если сравнивать цены аккумуляторных батарей типа GEL и AGM, то можно проследить тенденцию удешевления ячеек больших объёмов, сохранение стоимости ячеек малых объёмов, удешевление производства которых компенсировано инфляцией. В целом график показывает достаточно малые ценовые различия, которые указывают в пользу выбора аккумуляторов типа GEL для большинства сценариев эксплуатации (Рисунок 3). По этой причине в статье будут рассматриваться расчёты именно с учётом специфики GEL батарей. [7], [8]

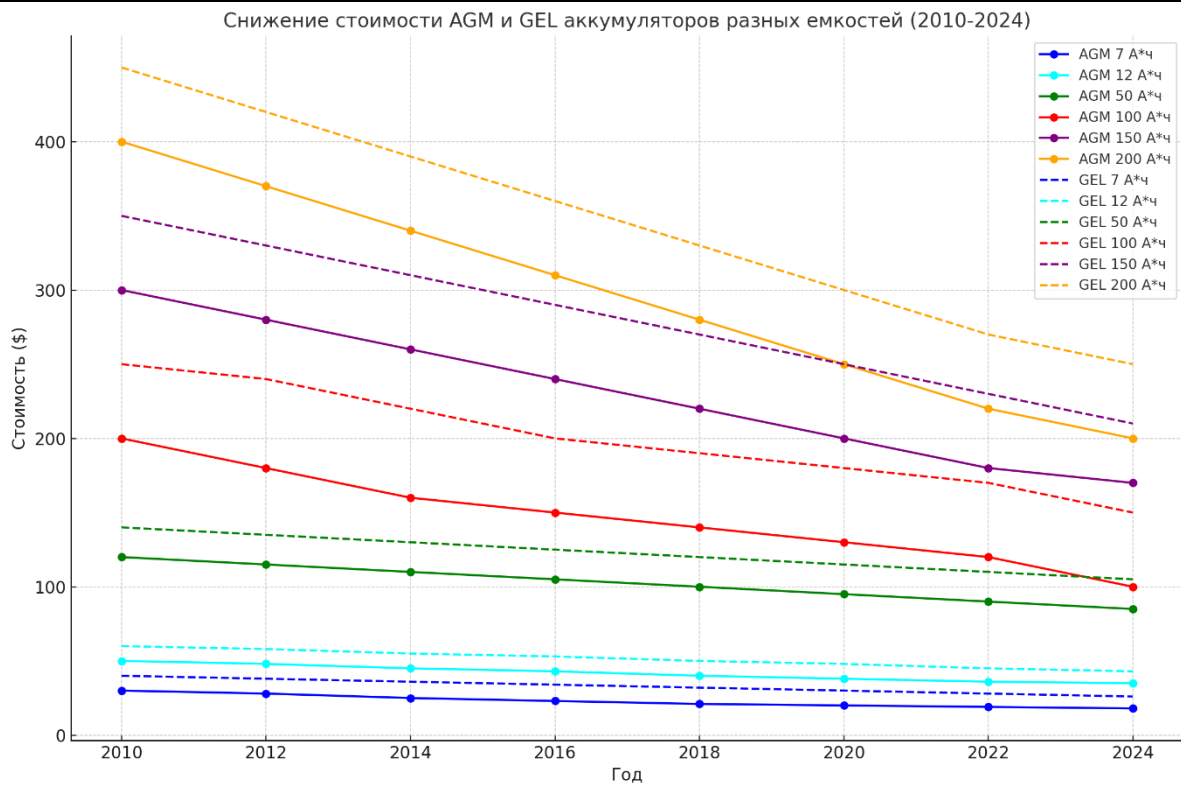


Рисунок 3. - Сравнение стоимости в \$ аккумуляторов GEL и AGM различных емкостей для рынка США и ЕС.

## 2. Методика выбора и оценки рабочих характеристик для GEL батарей.

Первым вопросом, с которого стоит начать при выборе аккумуляторов, это определиться с приблизительной емкостью и задать условный сценарий старения ячейки, на основании которого получить ее состояние по истечении 10 лет. Для этого задаёмся формулой для определения старения аккумуляторов.

$$C(t) = C_0 \times (1 - \alpha \times t)^\beta \times \left(1 - \gamma \times \frac{t}{12}\right)$$

Это эмпирическая модель деградации аккумулятора, где  $C(t)$  – остаточная ёмкость батареи через  $t$  лет эксплуатации.  $\alpha$  – коэффициент снижения рабочих характеристик за год, при учёте сценария использования батареи.  $\beta$  – коэффициент линейности процесса деградации, задаётся на основании экспериментальных таблиц от производителя.  $\gamma$  – коэффициент снижения рабочих характеристик на основании естественных химических процессов, возникающих со временем. В рамках GEL батарей можно задать следующие рамки для выбора коэффициентов. Коэффициент  $\gamma$  задаём в диапазоне от 2 до 5 %. Коэффициент  $\beta$  принято выбирать в диапазоне от 0.8 до 1.2, но в целом он стремится к 1 для GEL батарей в рамках гарантированного срока службы. Коэффициент  $\alpha$  является расчётным, вычисляется по формуле:

$$\alpha = \frac{\text{DoD} \times N_{\text{cycles}}}{L_{\text{cycles}}}$$

Где DoD – это средняя глубина разряда в %,  $N_c$  – количество циклов заряда-разряда за год,  $L_c$  – общий ресурс батареи в полных циклах заряда-разряда, или иной глубине разряда,

которая прописана производителем. С учётом, что обычно производитель прописывает 3 набора глубин разряда и соответствующее им количество циклом (для 30% разряда, 50% и 100%), то необходимо вычислить доли для каждого из вариантов, после чего выполнить суммирование значений, тем самым вычислив снижение ресурса батарей  $\alpha$  в течении одного года.

В большинстве случаев, при работе в режиме резервного источника питания, при относительно стабильной работе основного источника электрогенерации, или в случае оперативного ввода резервного источника энергии, по типу дизель-генератора, за 10 лет остаточный ресурс батарей будет составлять порядка 40% от максимальной ёмкости ячеек.

После этого, вычисляем требуемую ёмкость, умножаем ее на коэффициент запаса (обычно 1.1-1.3), и учитываем компенсацию потери ёмкости за 10 лет. Для расчёта требуемой ёмкости можно воспользоваться следующей формулой:

$$C_{\text{потр}} = \frac{P_{\text{наг}} \cdot T_{\text{работы}}}{V_{\text{ном}} \cdot \eta}$$

Где  $C_{\text{потр}}$  – требуемая емкость аккумулятора в А\*ч;  $P_{\text{наг}}$  – мощность нагрузки в кВт;  $T_{\text{работы}}$  – требуемый срок поддержания системы в состоянии работоспособности от батареи (рекомендуется задавать в 1.5-2 раза больше, чем минимально необходимое значение, для учёта повторных нештатных ситуаций или холодов);  $V_{\text{ном}}$  – это номинальное напряжение связки аккумуляторов и инвертора, в большинстве своём для GEL батарей это 12 В, в случае необходимости повышения используется последовательный метод соединения ячеек, и тогда можно добиться значения в 48 В, которое часто используется в высокомоощных инверторах.  $\eta$  – это КПД инвертора. Рекомендуется принимать в диапазоне 0.85-0.9. [9]

После выполнения данного этапа расчёта обязательно нужно определить количество аккумуляторных элементов и их нагрев, так как предельный ток для аккумуляторной батареи может быть ниже вычисленного значения, или батарея при планируемом времени непрерывной нагрузки может уйти в перегрев. Для упрощённого расчёта можно использовать следующие формулы;

$$Q = I^2 \cdot R \cdot t$$

Где  $Q$  это количество теплоты, выделенное за время нагрузки  $t$ .  $R$  – это внутреннее сопротивление батареи,  $I$  - значение тока, отдаваемого батареей в нагрузку. Ток можно вычислить через значение мощности нагрузки и напряжение аккумуляторного блока, учитывая количество ячеек.

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T, \text{ откуда } \Delta T = \frac{Q}{m \cdot c}$$

Где  $m$  – это масса аккумуляторной батареи,  $c$  – удельная теплоёмкость материала батареи, которая для всех вариаций свинцово-кислотных АКБ находится на уровне 150 Дж/кг·°С.  $\Delta T$  – это изменение температуры ячейки, если ранее было учтено количество аккумуляторных элементов, или всего блока, если расчёт ведётся без разделения на отдельные аккумуляторные элементы.

Для уточнения данного расчёта можно ввести габариты аккумуляторного элемента:

$$A=2 \cdot (L \cdot W + L \cdot H + W \cdot H)$$

Где  $L, W, H$  — длина, ширина и высота батареи, соответственно;  $A$  – это общая площадь поверхности в  $m^2$ .

Это необходимо для определения величины конвективного теплообмена с окружающей средой. Далее уточняется величина аккумулируемого в ячейке тепла:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T = \rho \cdot V \cdot c \cdot \Delta T$$

Где  $\rho$  — плотность материала батареи,  $kg/m^3$ ;  $V$  — объём аккумуляторного блока,  $m^3$ .

Получил данные о площади теплоотдачи, можно посчитать количество тепло, отдаваемого батареями:

$$Q_{от} = h \cdot A \cdot (T_{батареи} - T_{окружающей\ среды}) \cdot t$$

Где  $h$  – это коэффициент теплоотдачей,  $t$  – время, за которое мы рассчитываем количество отданного тепла.

Далее учитываем конвекцию или радиацию (излучение в окружающую среду). Если величина радиации достаточно существенна по отношению к всему тепло-отделению, то она учитывается через закон Стефана-Больцмана.

Последним, что нужно учесть, говоря про подбор аккумуляторных элементов для круглогодичного использования, является снижение объёма хранимой энергии в аккумуляторные батареи в зимний период времени. График, демонстрирующий это, изображён на Рисунке 4.

Изменение ёмкости аккумулятора в зависимости от температуры и разрядного тока

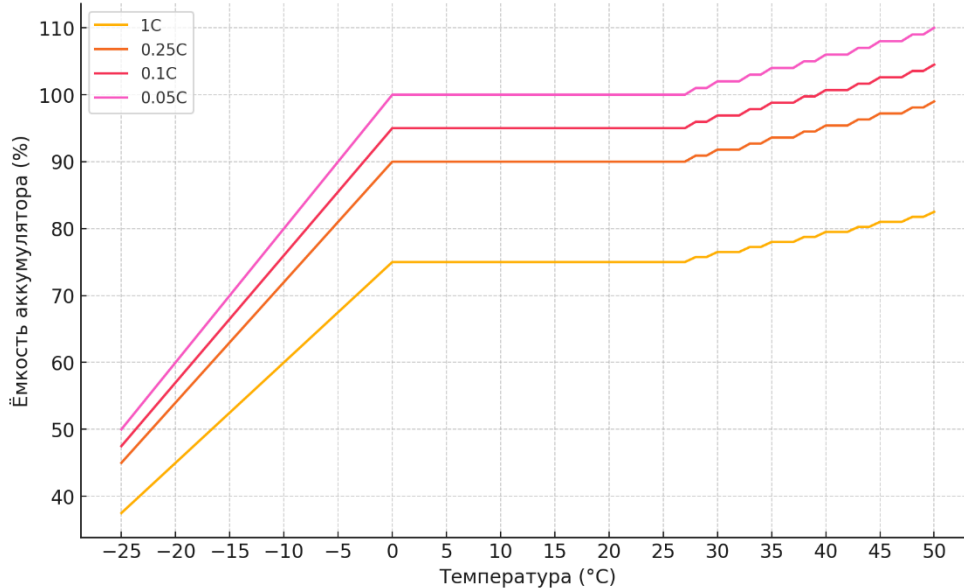


Рисунок 4. - График изменения ёмкости аккумулятора в зависимости от температуры и разрядного тока.

С учётом снижения ёмкости при различной силе разрядного тока и отличных параметрах для различных температур имеет смысл выполнить проверку достаточности объёма аккумуляторного блока. Это можно сделать по следующей формуле:

$$T_{Cx^{\circ}C} = ((C_{нотр} * j * \eta_1 * \eta_2 * V_{ном}) / P_{наг})$$



Где  $X^{\circ}C$  – это значение температуры, для которого рассматриваются все остальные величины;  $j$  - емкость аккумулятора в сотых долях (переводим из процентов в дробные доли). Ответ получается в дробных долях, которые переводим в часы и минуты.

### **Заключение**

Целью работы было показать экономическую целесообразность применения аккумуляторных батарей типа GEL в составе систем резервного питания, ознакомиться с их основными преимуществами в сравнение с конкурирующими вариантами. На сегодня данный тип аккумуляторов является достаточно бюджетным, чтобы иметь массовое распространение, при том достаточно надёжным, чтобы не наносить большого вреда окружающей среде, и всё это сочетается с отличными рабочими показателями и высокой масштабируемостью.

Как и все прочие варианты свинцово-кислотных аккумуляторов, АКБ типа GEL не могут приблизиться к уровню Li-ion по объёму запасаемой энергии на 1 кг веса, но они при том остаются в разы более безопасными и устойчивыми к переменным условиям окружающей среды.

В работе показаны формулы и описана последовательность действий, следуя которой можно подобрать оптимальный блок аккумуляторных элементов для любой задачи, будь то компактный ИБП для домашней электроники, либо же мощный блок батарей на 1000 А\*ч и более, который сможет обеспечивать весь дом электричеством, пока происходит плавный пуск резервного электрогенератора. Альтернативным сценарием для блоков батарей является режим компенсации просадки мощности, с чем вполне может справиться бюджетная сборка из GEL аккумуляторов. Этот сценарий применим для загородного дома с однофазной сетью, где часто встречаются ограничения в 5 кВт. Это достаточно мало и ограничивает в параллельном использовании привычной нам бытовой техники (домашний уют может иметь мощность до 3 кВт). Для снижения нагрузки на сеть устанавливается система компенсации, которая при дефиците мощности через инвертор передаёт часть электроэнергии в сет от блока батарей, тем самым балансируя краткосрочные скачки потребления без ощутимых последствий.

### **Список литературы**

1. CleanTechnica. "Быстрый рост использования аккумуляторов в качестве источника электроэнергии в энергосистеме США". Доступно по адресу: [cleantechnica.com](https://cleantechnica.com) (дата публикации 07.08.2024).
2. Управление энергетической информации США (EIA). "В ближайшие три года в США планируется увеличить количество аккумуляторных батарей в сочетании с солнечными батареями". Доступно по адресу: [eia.gov](https://eia.gov) (дата публикации 08.08.2024).
3. Маркетинговое исследование будущего. "Отчет по исследованию мирового рынка аккумуляторов для ИБП - прогноз до 2027 года". Доступно по адресу: [marketresearchfuture.com](https://marketresearchfuture.com) (дата обращения 17.08.2024).
4. Исследования и рынки сбыта. "Рынок аккумуляторов для ИБП в разбивке по типам батарей (свинцово-кислотные, литий-ионные и другие), областям применения (жилые, коммерческие, промышленные) - глобальный прогноз до 2025 года". Доступно по адресу: [researchandmarkets.com](https://researchandmarkets.com) (дата обращения 17.08.2024).

5. Разрешений. Аккумуляторная батарея Vektor Energy GL 12-100 (12В 100Ач) для ИБП. <https://realsolar.ru/akb/vektor-energy/gl/gl-12-100/> (дата обращения 17.08.2024)
6. Аветисян, Г. С., & Павлов, В. С. (2020). Перспективы применения гелевых аккумуляторов в системах бесперебойного питания. Вестник энергетики, 1(74), 32-38.
7. Косырев, И. В., & Шилин, А. А. (2018). Повышение надежности систем бесперебойного электропитания на основе использования свинцово-кислотных аккумуляторных батарей. Электротехнические комплексы и системы, 3(32), 44-50.
8. Гупта С., Сингх П. Б. и Кумар А. (2018). Всесторонний обзор характеристик свинцово-кислотных аккумуляторов с вентильным регулированием (VRLA) в автономных системах электроснабжения.\* Журнал хранения энергии, 17, 15-25.
9. Методическое пособие по курсу «Персональная электроника» Источники бесперебойного питания. Таганрог: Изд-во ТР-та, 2003, 32с.
10. Клименко Г.К., Ляпин А.А., Марахтанов М.К. Исследование теплового состояния аккумулятора в рабочем цикле. Международный журнал: наука и инновации, 2013, вып. 10. URL: <http://engjournal.ru/catalog/machin/plasma/1030.html>

## References

1. CleanTechnica. "The Rapid Growth of Batteries as Electricity Source on US Grid." Available at: [cleantechnica.com](http://cleantechnica.com) (дата обращения 07.08.2024).
  2. U.S. Energy Information Administration (EIA). "Most planned U.S. battery storage additions in next three years to be paired with solar." Available at: [eia.gov](http://eia.gov) (дата обращения 08.08.2024).
  3. Market Research Future. "Global UPS Battery Market Research Report - Forecast till 2027". Available at: [marketresearchfuture.com](http://marketresearchfuture.com) (дата обращения 17.08.2024).
  4. Research and Markets. "UPS Battery Market by Battery Type (Lead-Acid, Lithium-Ion, Others), Application (Residential, Commercial, Industrial) - Global Forecast to 2025". Available at: [researchandmarkets.com](http://researchandmarkets.com) (дата обращения 17.08.2024).
  5. ReSolar. Аккумуляторная батарея Vektor Energy GL 12-100 (12В 100Ач) для ИБП. <https://realsolar.ru/akb/vektor-energy/gl/gl-12-100/> (дата обращения 17.08.2024)
  6. Аветисян, Г. С., & Павлов, В. С. (2020). Перспективы применения гелевых аккумуляторов в системах бесперебойного питания. Вестник энергетики, 1(74), 32-38.
  7. Косырев, И. В., & Шилин, А. А. (2018). Повышение надежности систем бесперебойного электропитания на основе использования свинцово-кислотных аккумуляторных батарей. Электротехнические комплексы и системы, 3(32), 44-50.
  8. Gupta, S., Singh, P. B., & Kumar, A. (2018). A Comprehensive Review on Performance of Valve Regulated Lead-Acid (VRLA) Batteries in Stand-Alone Power Systems.\* Journal of Energy Storage, 17, 15-25.
  9. Методическое пособие по курсу «Персональная электроника» Источники бесперебойного питания. Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2003, 32с.
  10. Клименко Г.К., Ляпин А.А., Марахтанов М.К. Исследование теплового состояния аккумулятора в рабочем цикле. Инженерный журнал: наука и инновации, 2013, вып. 10. URL: <http://engjournal.ru/catalog/machin/plasma/1030.html>
-



ОТКРЫТАЯ НАУКА  
издательство

Международный журнал информационных технологий и  
энергоэффективности

Сайт журнала: <http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 338.662.666.9

## МИРОВОЙ ОПЫТ РАЗВИТИЯ ЗЕЛЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ И НАЧАЛО ЕЕ ПРИМЕНЕНИЯ В РОССИИ

**Пинкальский М.А.**

*ФГБОУ ВО "РОССИЙСКИЙ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (РОСБИОТЕХ)",  
Москва, Россия, (125080, город Москва, Волоколамское ш., д.11), e-mail: pinkalsky@mail.ru*

Успех "зеленой" энергетики зависит от готовности людей принять эту технологию. Исследователи прогнозируют, что рост благосостояния как в развитых, так и в развивающихся странах будет продолжать стимулировать увеличение потребительского спроса на основные ресурсы как минимум до 2040 года. В то же время нехватка энергии, воды и других природных ресурсов приведет к новым, трудноуправляемым нестабильностям.

Ключевые слова: Зеленая энергия, энергия. энергоэффективность, зеленые технологии.

## WORLD EXPERIENCE IN THE DEVELOPMENT OF GREEN ENERGY AND THE BEGINNING OF ITS APPLICATION IN RUSSIA

**Pinkalsky M.A.**

*RUSSIAN BIOTECHNOLOGICAL UNIVERSITY (ROSBIOTECH), Moscow, Russia, (125080,  
Moscow, Volokolamskoye shosse, 11), e-mail: pinkalsky@mail.ru*

The success of green energy depends on people's willingness to adopt this technology. Researchers predict that the growth of wealth in both developed and developing countries will continue to stimulate an increase in consumer demand for basic resources until at least 2040. At the same time, the shortage of energy, water and other natural resources will lead to new, difficult-to-manage instabilities.

Keywords: Green energy, energy. energy efficiency, green technologies.

Нынешнее производство электроэнергии, в основном на ископаемом топливе, вносит наибольший вклад в изменение климата. Таким образом, "зеленая" энергетика может стать радикальным отклонением от привычного ведения бизнеса, обещающая путь к нулевым выбросам углекислого газа и международной энергетической независимости. Однако без согласованных усилий политиков, инвесторов и граждан безграничная "зеленая" энергия может привести к росту отходов и нехватке энергии.

Безуглеродная энергия, безусловно, обещает привлекательные преимущества: полную электрификацию транспорта, системы отопления и охлаждения без выбросов для питания домов и предприятий, экологически чистые удобрения для наших сельскохозяйственных угодий. Если удастся наладить ее производство, возможно, также придется использовать дополнительные источники термоядерной энергии. Разработка эффективных и устойчивых методов сжигания биомассы и преобразования метана из сельскохозяйственных культур и сточных вод поможет увеличить поставки "зеленого топлива", но также потребуются сократить общее потребление энергии и изучить способы превращения климатической политики в конкретные, выполнимые действия [3].

На протяжении десятилетий экономические и научные организации призывали лидеров разрабатывать политику по продвижению возобновляемых источников энергии в рамках жизненно важных глобальных усилий по борьбе с изменением климата. В дополнение к сокращению выбросов углерода крупномасштабные проекты в области возобновляемых источников энергии также обеспечивают очевидные экономические выгоды для инвесторов, правительств и особенно потребителей [2].

В этом столетии произойдут глубокие глобальные преобразования, и важнейшие решения определяют направление этих преобразований. Во всем мире страны переосмысливают свои варианты долгосрочного процветания, учитывая растущую обеспокоенность по поводу глобальной окружающей среды, необходимость поддержания и защиты внутренней окружающей среды и природного капитала, а также стремление содействовать активному инклюзивному социальному развитию.

Признавая, что обычный, ресурсоемкий экономический рост может подорвать их ресурсную базу и социальный прогресс, правительства все чаще обращаются к "зеленому" росту как к наилучшему варианту долгосрочной устойчивости, социального благополучия и экономического процветания. Многие страны уже предпринимают серьезные действия, например, начинают "зеленые" преобразования в экономике и промышленности, в городах и сельской местности, а также на международном уровне, приняв Цели устойчивого развития (ЦУР) и Парижское соглашение по изменению климата.

Однако необходимо сделать гораздо больше. Благодаря зеленому росту страны сегодня работают над новой, зеленой трансформацией, которая может привести к более светлому, процветающему и устойчивому будущему. Зеленый рост — это оптимальный выбор для нашего будущего. Это уже не новая концепция, и все большее число стран предпринимают шаги по принятию зеленого роста в качестве основной и главной модели национального развития на долгосрочную перспективу.

Экономический рост имеет центральное значение для развития и сокращения бедности, и что достижение экологической устойчивости и социальной интеграции одинаково важны и необходимы для обеспечения устойчивого экономического развития в долгосрочной перспективе. Децентрализованный характер большинства технологий использования возобновляемых источников энергии вовлечет широкий круг сообществ в процесс принятия решений в сфере энергетики, что приведет к преобразующим экономическим и социальным последствиям. Внедрение устойчивых энергетических технологий и зеленых энергоносителей, таких как водород, двигатели на топливных элементах для транспортных средств, инновационные проекты, такие как дроны на топливных элементах, а также усовершенствование накопителей энергии и электрических сетей может защитить общество от многих трудностей.

Поскольку страны стремятся достичь амбициозных целей по обезуглероживанию, возобновляемые источники энергии, в первую очередь ветровая и солнечная, готовы стать основой мирового энергоснабжения. Наряду с увеличением мощностей крупных поставщиков энергии на рынок выходят новые типы игроков. Сегодняшние быстрые последователи включают крупные нефтегазовые компании, которые стремятся изменить свои бизнес-модели, чтобы получить прибыль от возросшего спроса на возобновляемые источники энергии и электрификацию транспортных средств, а также частные акционеры и институциональные

инвесторы, которые делают возобновляемые источники энергии центральным компонентом своей инвестиционной стратегии [4].

Лидеры судоходной отрасли инвестируют в возобновляемые источники энергии, чтобы обеспечить производство водорода и аммиака в качестве источников топлива с нулевым уровнем выбросов; производители стали присматриваются к зеленому водороду, чтобы обезуглероживать свое производство стали, а возобновляемые источники энергии обеспечивают зеленое электричество для процесса. Компании-производители автомобилей также заключают сделки с возобновляемыми источниками энергии, чтобы обеспечить свою деятельность и производство, а также инвестируют в ветровые и солнечные проекты [3].

Что касается России, то в России есть только один завод, который использует технологию подачи твердых бытовых отходов для сжигания в цементных печах. Это позволяет использовать бытовые отходы в качестве альтернативного топлива и снижать расход природного газа [1].

Анализ показывает, что энергоэффективность и технологии использования возобновляемых источников энергии являются ключевыми элементами этого перехода, и их синергизм также важен для России. Благоприятная экономика, вездесущие ресурсы, масштабируемая технология и значительные социально-экономические преимущества лежат в основе такого перехода для России.

Возобновляемые источники энергии могут обеспечить две трети общего мирового спроса на энергию и внести основной вклад в сокращение выбросов парниковых газов, которое необходимо в период до 2050 года для ограничения роста средней глобальной приземной температуры ниже 2 °С. России потребуется скорректировать политику и нормативно-правовую базу, чтобы мобилизовать шестикратное ускорение роста возобновляемых источников энергии, которое необходимо. Тем не менее, чтобы в конечном итоге устранить выбросы углекислого газа, потребуются новые технологии и инновации, особенно в транспортном и производственном секторах, которые в значительной степени игнорируются на государственном и международном уровне [5].

По оценкам McKinsey, к 2026 году глобальные мощности по производству электроэнергии из возобновляемых источников вырастут более чем на 80 процентов по сравнению с уровнем 2020 года (до более чем 5022 гигаватт).<sup>1</sup> Из этого прироста две трети будут приходиться на ветровую и солнечную энергию, увеличившись на 150 процентов (3404 гигаватт). К 2035 году возобновляемые источники энергии будут производить 60% электроэнергии в мире. Но даже эти прогнозы могут быть слишком низкими [4].

Таким образом, растет интерес к созданию современной крупномасштабной инфраструктуры. Только в 2020 году государственный и частный секторы инвестировали более 300 миллиардов долларов в возобновляемые источники энергии, хотя ежегодные инвестиции в чистую энергетику должны увеличиться более чем в три раза к 2030 году, чтобы к 2050 году достичь нулевого уровня выбросов. Чтобы привлечь жизненно необходимое частное финансирование, развивающиеся страны должны развернуть ряд крупномасштабных проектов в области инфраструктуры возобновляемых источников энергии, которые обеспечат возврат инвестиций, а также обеспечат доступность затрат для потребителей.

## Список литературы

1. Ламзина И.В., Желтобрюхов В.Ф., Шайхиев И.Г. Зарубежная практика использования альтернативного топлива из отходов для цементной промышленности // Вестник Казанского технологического университета. - 2015. - №17. - С. 85-88.
2. How limitless green energy would change the world [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.bbc.com/future/article/20221006-what-would-happen-if-we-had-limitless-green-energy> (дата обращения: 14.11.2021)
3. Renewable-energy development in a net-zero world [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.mckinsey.com/industries/electric-power-and-natural-gas/our-insights/renewable-energy-development-in-a-net-zero-world> (дата обращения: 14.11.2021)
4. Renewables are the key to green, secure, affordable energy [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://blogs.worldbank.org/energy/renewables-are-key-green-secure-affordable-energy> (дата обращения: 14.11.2021)
5. Gielen, D., Boshell, F., Saygin, D., Bazilian M.D., Wagner, N., Gorini, R. The role of renewable energy in the global energy transformation // Energy Strategy Reviews. – 2019. – pp. 38-50.

## References

1. . Lamzina I.V., Zheltobryukhov V.F., Shaikhiev I.G. Foreign practice of using alternative fuels from waste for the cement industry // Bulletin of the Kazan Technological University. - 2015. - No.17. - pp. 85-88.
  2. How limitless green energy would change the world [Electronic resource] – Access mode: <https://www.bbc.com/future/article/20221006-what-would-happen-if-we-had-limitless-green-energy> (date of application: 14.11.2021)
  3. Renewable-energy development in a net-zero world [Electronic resource] – Access mode: <https://www.mckinsey.com/industries/electric-power-and-natural-gas/our-insights/renewable-energy-development-in-a-net-zero-world> (date of application: 14.11.2021)
  4. Renewables are the key to green, secure, affordable energy [Electronic resource] – Access mode: <https://blogs.worldbank.org/energy/renewables-are-key-green-secure-affordable-energy> (date of application: 14.11.2021)
  5. Gielen, D., Boshell, F., Saygin, D., Bazilian M.D., Wagner, N., Gorini, R. The role of renewable energy in the global energy transformation // Energy Strategy Reviews. – 2019. — pp. 38-50.
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала: <http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 698

## ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ В ПРОИЗВОДСТВЕ

**Пинкальский М.А.**

*ФГБОУ ВО "РОССИЙСКИЙ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (РОСБИОТЕХ)", Москва, Россия, (125080, город Москва, Волоколамское ш., д.11), e-mail: pinkalsky@mail.ru*

**XXI век подводит человечество к естественным пределам его возможностей. В то время как население Земли растет, доступность сырья, такого как нефть, природный газ, минеральные руды и вода, снижается не только для промышленно развитых обществ, но и для стран третьего мира и развивающихся стран. Ориентированное на потребление поведение в быстроразвивающихся странах, таких как Китай или Индия, подражая поведению в богатых странах, требует огромного увеличения валового национального продукта во всем мире. В то же время важно добиться значительного сокращения выбросов CO<sub>2</sub>, чтобы противостоять дальнейшему изменению климата.**

Ключевые слова: Зеленая энергия, эффективное производство, энергоэффективность, экономия энергии, энергоэффективное потребление.

## THE MAIN TRENDS AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF ENERGY EFFICIENCY IN PRODUCTION

**Pinkalsky M.A.**

*RUSSIAN BIOTECHNOLOGICAL UNIVERSITY (ROSBIOTECH), Moscow, Russia, (125080, Moscow, Volokolamskoye shosse, 11), e-mail: pinkalsky@mail.ru*

**The XXI century brings humanity to the natural limit of its capabilities. While the world's population is growing, the availability of raw materials such as oil, natural gas, mineral ores and water is declining not only for industrialized societies, but also for third world and developing countries. Consumption-oriented behavior in rapidly developing countries such as China or India, mimicking behavior in rich countries, requires a huge increase in gross national product worldwide. At the same time, it is important to achieve significant reductions in CO<sub>2</sub> emissions in order to counter further climate change.**

Keywords: Green energy, efficient production, energy efficiency, energy saving, energy efficient consumption.

В последнее время глобальный спрос на сырье сильно вырос, и сырье становится все более дефицитным и дорогим в период с 2001 по 2008 год оно подорожало более чем на 70 %. Затраты на сырье как доля от общих производственных затрат, составляющая от 30 до 80 %, часто намного выше, чем затраты на рабочую силу. Необходимость еще более эффективного использования ресурсов становится все более актуальной в бизнесе, в научных исследованиях и в политике. Важнейшим вопросом является то, какие возможности есть у компаний в производящих отраслях, чтобы сократить не только расходы, но и использование ресурсов и выбросов, используя более эффективные технологии.

Производство, прежде всего, напрямую связано с природными ресурсами и напрямую зависит от их нехватки. Следствием этой зависимости и с учетом растущей конкуренции со стороны развивающихся стран является необходимость сокращения количества используемых

ресурсов при увеличении объема производства, а значит, и повышения производительности ресурсов. Это означает производство как можно большего количества продукции при использовании данного количества сырья и энергии [2].

Для достижения этой цели необходимо изменить парадигму: любые отходы или тепло, имеющиеся в процессе, должны рационально использоваться в другом производственном процессе. Удельное конечное потребление энергии в обрабатывающей промышленности Германии с 1960 по 2000 год сократилось на 64 %. Компании, которые сегодня получают преимущество в затратах благодаря технологиям повышения эффективности, в будущем будут еще больше укреплять это преимущество. В равной степени необходима четкая и согласованная на международном уровне политическая основа, поскольку требуемое резкое повышение эффективности использования ресурсов достижимо только при объединении политических и законодательных требований, стимулов и поощрений.

Стоимость энергии обычно играет значительную роль в принятии инвестиционных решений. Сроки окупаемости инвестиций в эффективность составляют от одного до трех лет. Однако ресурсоемкие этапы технологического процесса могут быть оптимизированы только в течение такого короткого периода времени; они не могут быть заменены или, более того, устранены. Динамика цен на сырье и энергию в последние годы будет иметь тенденцию к продолжению. Глобальные проблемы, такие как общая конкуренция за ресурсы, законодательно установленные ограничения на выбросы и демографические эффекты, в будущем будут еще более заметно определять основные параметры бизнеса компании.

Какие возможности открываются перед перерабатывающими предприятиями:

1. В промышленном производстве в целом в среднесрочной перспективе возможна экономия энергии от 25 до 30 %.

2. Повышение производительности труда, занимающее ключевое место в борьбе за конкурентоспособность, может быть достигнуто только при условии разумного и эффективного использования имеющихся ресурсов, таких как энергия, материалы и персонал. Разрыв, который возникнет между необходимым ростом производительности и растущим дефицитом ресурсов, должен быть ликвидирован за счет повышения эффективности.

Чтобы полностью использовать эту потенциальную экономию, существует настоятельная необходимость в исследованиях и действиях, сосредоточенных на следующих ключевых областях: эффективность использования энергии и материалов путем повышения стабильности процессов в механических, тепловых и химических производственных процессах и системах подход к ресурсам с замкнутым циклом/интеграция ресурсов в технологические цепочки и системы работы инфраструктуры производственных объектов и заводов без потерь устойчивого управления энергией и материалами [1].

Несомненно, самым важным фактором в отношении сохранения ресурсов является экономия материалов. Во-первых, использование материалов всегда связано с их потерями. Если удастся избежать изготовления бракованных деталей путем "производства без брака", можно внести значительный вклад в экономию ресурсов. Особенно высокая доля брака возникает на всех этапах запуска машин и установок.

Колебания в последовательности процессов, вызванные разрушительными факторами, такими как несовпадение характеристик материала или изменение воздействия окружающей среды, часто становятся причиной производственного брака, приводящего к повторной обработке или браку. Это в равной степени относится к процессам запуска и перезапуска



машин и установок, в которых еще не достигнуты или не установлены оптимальные рабочие параметры, такие как рабочая температура или рабочее давление, или даже технологические параметры, такие как рабочая сила или скорость подачи.

Дорогостоящие повторные обработки и брак с уже включенным элементом высокой добавленной стоимости приводят к огромным потерям всех ресурсов. Состояние машины и соответствующий оптимальный рабочий диапазон могут быть определены путем разработки и обеспечения подходящих методов измерения. Например, мониторинг рабочей температуры в сочетании со стратегией прогрева сокращает время, необходимое станкам для выхода на скорость, оптимизирует процесс и минимизирует деятельность, не приносящую добавленной стоимости [3].

В контексте станков и технологии формования редко можно найти интегрированные системы обратной связи, которые могут влиять на управление процессом. Следовательно, системы должны быть разработаны таким образом, чтобы надвигающиеся неисправности станка, возникновение колебаний процесса и возникающие отклонения не только измерялись, но и могли быть компенсированы или устранены системами управления. Использование систем управления может не только сократить непроизводительное время на доводку машины и установки до скорости, но и значительно повысить безопасность работы и процесса.

Еще один аспект, который не следует игнорировать, это возможность стопроцентного контроля качества. Стопроцентный контроль также помогает свести к минимуму количество неисправностей, даже в тех процессах, которые происходят спустя значительное время, и тем самым сэкономить работу и затраты, а значит и ресурсы. Для успешного внедрения механизмов контроля такого рода важно тщательно изучить как требования к оборудованию, так и требования к технологии, а также понять взаимодействие, которое существует между ними. В этом контексте влияние предшествующих процессов должно приниматься во внимание в той же степени, что и возможные последствия предлагаемых мер для последующих этапов процесса.

Третьим подходом к повышению стабильности процессов является управление активами предприятия, т.е. степень, в которой возможно планирование мер по управлению возрастом предприятия и процессом, а также технического обслуживания для сохранения стоимости, при одновременной минимизации связанных с этим работ. В будущем области управления устройствами, мониторинга состояния производительности должны быть более тесно интегрированы как на техническом, так и на организационном уровне. Это требует разработки соответствующих методов для обеспечения достаточной совместимости различных областей и перехода от использования одной машины к эксплуатации сложных систем установок.

Функциональные свойства высокоэффективных материалов (например, керамики) открывают дополнительный потенциал экономии при использовании энергии в течение всего жизненного цикла. Использование долговечных, износостойких ключевых компонентов сокращает или исключает время простоя, связанное с обслуживанием и ремонтом, и таким образом вносит значительный вклад в энергоэффективное проектирование производственных процессов [3].

Для более энергоэффективного производства самих высокоэффективных компонентов высокоэффективные керамические материалы предлагают дополнительный потенциал экономии: для достижения оптимизированной конструкции системы необходимо разместить определенные свойства материалов именно там, где они действительно необходимы.

Ключевую роль в этом играет разработка технологий соединения, специально подходящих для отдельных материалов и нагрузок на них, поскольку все более сложные процессы и функции должны быть реализованы в системах.

Потери энергии в производственных процессах сегодня часто воспринимаются как необходимое зло высококачественного производства. В частности, процессы, связанные с изменением состояния материала, термической обработкой или связанные с большими потерями материала, должны быть пересмотрены с энергетической точки зрения. Что касается машин и установок, то значительная экономия может быть достигнута за счет снижения первичной нагрузки и избежания пиковой мощности, например, за счет использования двигателей, регулируемых системами управления, частичного отключения систем и т.п. Что касается процессов, то замена процессов механической обработки на процессы формования позволяет сэкономить материал и в то же время сократить технологические цепочки при улучшении качества продукции. В краткосрочной перспективе процессы могут быть оптимизированы.

Кроме того, количество элементов, участвующих в добавлении стоимости, растет, поскольку компании концентрируются на своих ключевых компетенциях. Следствием этого являются энергоемкие логистические процессы между отдельными этапами создания добавленной стоимости. Отдельные этапы производства обычно рассматриваются и оптимизируются отдельно, без учета предшествующих и последующих процессов. Это означает, что технологии энергоемких процессов не рассматриваются на предмет их синергетически оптимального использования ресурсов [1].

В результате потенциал повышения эффективности использования ресурсов, например, за счет объединения процессов, часто остается неиспользованным. Для достижения улучшений в этой области необходимо изучить, какие технологии и процессы можно эффективно объединить, не допуская, чтобы вновь возникшая сложность перевесила преимущества. После определения рациональных интерфейсов процессов можно разработать специализированные системы и процессы для интеграции функций. Целью должно быть создание модульных, легко конфигурируемых технологических платформ для достижения гибкого сочетания процессов. В результате гибкость производства и эффективность использования ресурсов повышаются за счет сокращения технологической цепочки. Таким образом, например, объединение механической, соединительной и термической обработки позволяет добиться значительной экономии. Снижение потерь энергии с помощью систем управления

Производственное оборудование обычно оптимизируется с точки зрения стоимости установки и технологических параметров, энергетические аспекты обычно игнорируются. Эффективное использование энергии до сих пор не играет практически никакой роли в системах управления. Так, большинство систем управления не предусматривают режимов энергосбережения, хотя из-за недостатка информации они все равно могут использоваться лишь в редких случаях. Например, с точки зрения энергопотребления имеет смысл запускать вспомогательные приводные системы только тогда, когда они действительно необходимы. Однако это предполагает знание состояния машины и, в оптимальном случае, знание всего производственного процесса [2].

Необходимы действия и исследования в нескольких направлениях: одним из направлений является сбор и обработка информации, имеющей отношение к энергии, для

регистрации и оценки параметров. Для этого необходимо техническое проектирование аппаратного и программного обеспечения для датчиков и ИТ-структур с децентрализованными решениями для связи между машинами. Необходимо также учитывать давление на стоимость в этом сегменте: чтобы системы были приняты, например, стоимость датчиков должна быть снижена в 10-100 раз по сравнению с традиционными промышленными решениями.

Существует острая необходимость в принятии мер по интеграции информации об энергопотреблении на уровне завода и фабрики. Заблаговременное определение начала и окончания времени простоя позволяет выключать и снова включать машины в нужное время. Оптимизация возможна с помощью интеллектуального системного мониторинга, системной диагностики и механизмов самокоррекции.

Другой отправной точкой для ресурсосберегающей машины является проектирование приводов и конструкций, соответствующих требованиям, что позволяет избежать чрезмерного увеличения размеров. Необходимо разработать концепции гибридных приводов, соответствующих требованиям, чтобы параметры системы привода можно было гибко адаптировать к технологическим рабочим точкам и экологическим параметрам машины.

Во многих областях технологии производства процессы механической обработки являются первым выбором из-за их гибкости. С другой стороны, процессы формования обеспечивают высокую эффективность использования материалов, поэтому необходимо стремиться к более широкому их применению. Это возможно с помощью более гибких процессов и оснастки, даже для совсем небольших партий. Конечно, многие материалы необходимо нагревать, чтобы они могли быть сформированы, и для этого требуется очень большое количество энергии. Поэтому стоит попытаться заменить процессы горячей формовки процессами холодной формовки. Использование новых материалов и разработка новых технологий для холодной или полугорячей формовки позволит снизить затраты энергии при тех же или лучших свойствах компонентов [2].

Исследования станков показали, что основные нагрузки составляют до трех четвертей от общего потребления энергии и только одна четверть потребляется самим процессом. Кроме того, можно предположить, что станки фактически работают только 15 % рабочего времени на малых партиях и, в некоторых случаях, до 40 % рабочего времени на больших партиях. Оставшееся время станок проводит в состоянии ожидания или наладке, во время которой он, тем не менее, работает с полной базовой нагрузкой. Возможная экономия составляет от 10 до 25 %.

Использование энергии и материалов в замкнутых циклах ресурсов еще одна важная тема. В дополнение к улучшениям, достигнутым на сегодняшний день в сфере рециклинга и обеспечения средствами массовой информации, все чаще речь идет об интеграции ресурсных циклов в технологические цепочки и в производственные сообщества в целом. Важность последнего возрастает, в частности, потому, что специализация компаний ведет к меньшему участию в производстве конечного продукта и, следовательно, к разделению на возможные циклы.

В будущем темы исследований в области обеспечения, передачи, преобразования и восстановления энергии, а также хранения энергии должны быть более тесно связаны с машинами и процессами в области производства, в дополнение к тем областям обеспечения среды, которые рассматривались до сих пор [4].

Потери энергии в производственных процессах остаются неизбежными даже при использовании всех возможностей экономии. Энергия теряется в основном из-за того, что она уходит в окружающую среду в виде тепла. Если отработанное тепло может быть эффективно переведено в жидкость с помощью имеющихся на рынке технологий, то "уловленное" отработанное тепло может быть использовано в основном только сезонно для отопления помещений, поскольку нет возможности использовать его в необходимом количестве, при соответствующих температурах и в соответствующее время в производственном процессе.

Рекуперация энергии по коротким и прямым путям требует энергетической интеграции машин и установок с комбинированным производственным этапом. Повышение эффективности, пригодность для сложных областей применения и низкие инвестиционные затраты являются целями развития в области технологий теплопередачи и транспортировки, чтобы сделать экономически выгодным большой процент диффузных потерь в процессе в целом. В качестве примера можно привести нанопокрывание теплообменных поверхностей. Для того чтобы генерируемое отработанное тепло соответствовало потребности в технологическом тепле в нужное время и в нужном качестве, необходимы инновационные теплохранилища и циркулярные процессы, пригодные для промышленного применения, для преобразования низкотемпературного тепла в более ценную технологическую энергию.

Интересными областями развития являются тепловые насосы с сорбционным приводом, холодильные машины и трансформаторы тепла, а также производство электроэнергии из отработанного тепла, например, установки органического цикла для промышленного применения. В случае механических потерь из-за заторможенных масс механическая энергия должна рекуперироваться непосредственно в системе привода с помощью систем хранения. В сфере горячей штамповки практически вся энергия шины, используемая для нагрева, является потерянной энергией. Это эквивалентно 166 кВт·ч или 600 МДж на тонну [4].

Использование вторичного сырья из отходов производства вносит значительный вклад в повышение энергоэффективности. В идеальной ситуации перерабатываемый материал из производства может быть использован дальше без более энергоемких процессов плавления и т.п., что еще больше повышает энергоэффективность. Большой потенциал имеется в металлообработке, особенно в области отходов листового металла и штамповки. Например, до 60 % металлических листов, используемых в производстве автомобилей, в конечном итоге оказываются отходами производства. То же самое относится и к другим областям.

В настоящее время отходы листового металла и штамповки поступают на переработку стали через торговцев металлоломом. Прямое повторное использование этих отходов в отдельных компаниях до сих пор было незначительным. Подробных данных по этому вопросу пока нет. Большой потенциал имеется также в области промышленной стеклотары, поскольку в настоящее время не существует переработки соответствующих видов стекла.

Энергопотребление и энергоэффективное производство товаров в цепи поставок до сих пор играли лишь очень незначительную роль; последствия энергетической раметеризации производственной сети для обычных логистических целевых переменных до сих пор практически не изучались. Поэтому важными задачами в этой области являются создание и проверка моделей «цепей поставок энергии», и анализ их влияния на производственные сети. В то же время управление цепями поставок и традиционная логистика или интралогистика должны будут сблизиться и включить в себя аспекты поставок и периферийных процессов.

Процесс преобразования для получения процента добавленной стоимости немислим без систем снабжения и утилизации инфраструктуры завода. Системы снабжения или инфраструктуры обеспечивают производственные технологии и процессы в основном промышленными средами, такими как вода, электричество, природный газ, тепло/холод, сжатый воздух, смазочно-охлаждающие жидкости, промышленные газы и т.д.

Требования в основном определяются производственными системами. Кроме того, производственная среда и сам продукт предъявляют дополнительные требования, например, к освещению, чистоте и кондиционированию воздуха. Оптимизация в этих вопросах осуществляется локально в сфере систем снабжения на отдельных участках или на отдельных системах. Интегрированный подход между системами снабжения и производственными системами практически не существует. Все системы и структуры снабжения сегодня являются предметом проектов, которые по большей части независимы от других систем снабжения или производства. Повышение энергоэффективности за счет локальной оптимизации отдельных систем и структур уже демонстрирует заметный потенциал экономии [1].

Для ресурсосберегающего производства все источники должны быть зарегистрированы как единое целое. В настоящее время невозможно противостоять расточительному использованию ресурсов, просто потому что их невозможно найти или измерить. Инвестиционные планы составляются в основном на основе инвестиционных затрат. Поэтому необходимо добавить инструменты и методы, которые будут как можно полнее отражать соответствующие переменные в отношении энергии и материалов, и которые позволят оценивать, планировать, оптимизировать и сокращать потребление как на инвестиционной, так и на эксплуатационной фазах, к существующим ключевым системам ценностей планирования предприятий и объектов. Под тотальным энергетическим менеджментом понимается интеграция и распространение различных методов на планирование и контроль заводских и производственных систем и их процессов с целью сокращения потребления энергии.

### Список литературы

1. Energy Efficiency in Production [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://www.iwu.fraunhofer.de/content/dam/iwu/en/documents/EffPro\\_en.pdf](https://www.iwu.fraunhofer.de/content/dam/iwu/en/documents/EffPro_en.pdf) (дата обращения: 14.11.2021)
2. Energy-efficient production processes [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://cordis.europa.eu/article/id/151460-energyefficient-production-processes> (дата обращения: 14.11.2021)
3. Fysikopoulos, A., Papacharalampopoulos, A., Pastrasб Пюб Stavropoulos, P., Chryssolouris, G. Energy Efficiency of Manufacturing Processes: A Critical Review // *Procedia CIRP*. – 2013. – pp. 628-633.
4. Urban, W. Energy Savings in Production Processes as a Key Component of the Global Energy Problem—The Introduction to the Special Issue of *Energies* // *MDPI*. – 2022. – pp. 1-4.

### References

1. Energy Efficiency in Production [Electronic resource] – Access mode: [https://www.iwu.fraunhofer.de/content/dam/iwu/en/documents/EffPro\\_en.pdf](https://www.iwu.fraunhofer.de/content/dam/iwu/en/documents/EffPro_en.pdf) (date of application: 14.11.2021)

2. Energy-efficient production processes [Electronic resource] – Access mode: <https://cordis.europa.eu/article/id/151460-energyefficient-production-processes> (date of application: 14.11.2021)
  3. Fysikopoulos, A., Papacharalampopoulos, A., Pastras, P. Stavropoulos, P., Chryssolouris, G. Energy Efficiency of Manufacturing Processes: A Critical Review // Procedia CIRP. – 2013. – pp. 628-633.
  4. Urban, W. Energy Savings in Production Processes as a Key Component of the Global Energy Problem—The Introduction to the Special Issue of Energies // MDPI. – 2022. – pp.. 1-4.
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 614.841.1

## ПРОТИВОПОЖАРНАЯ ЗАЩИТА ОБЪЕКТОВ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ

**Аксенов С.Г., <sup>1</sup>Хабибуллин И.И.**

*ФГБОУ ВО "УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ" Уфа, Россия (450076, Республика Башкортостан, г Уфа, ул Заки Валиди, д. 32), e-mail: <sup>1</sup>beregpilya@mail.ru*

В статье представлен обзор различных типов электростанций, включая тепловые, гидравлические, атомные, солнечные и ветряные установки, с особым акцентом на тепловые электростанции (ТЭС) и их подкатегории, комбинированные теплоэлектростанции (ТЭЦ) и государственные региональные электростанции (ГРЭС). В работе рассматриваются последствия устаревания оборудования для безопасности и эффективности эксплуатации, особенно в свете недавнего увеличения числа аварий и пожаров на промышленных объектах.

Ключевые слова: Пожарная безопасность, тепло-энергетический сектор, противопожарная защита ТЭЦ.

## FIRE PROTECTION OF POWER SUPPLY FACILITIES

**Aksenov S.G., <sup>1</sup>Khabibullin I.I.**

*"UFA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY" Ufa, Russia (450076, Republic of Bashkortostan, Ufa, Zaki Validi str., 32), e-mail: <sup>1</sup>beregpilya@mail.ru*

The article provides an overview of various types of power plants, including thermal, hydraulic, nuclear, solar and wind installations, with special emphasis on thermal power plants (TPPs) and their subcategories, combined heat and power plants (CHP) and state regional power plants (GRES). The paper examines the consequences of equipment obsolescence for safety and operational efficiency, especially in light of the recent increase in the number of accidents and fires at industrial facilities.

Keywords: Fire safety, heat and energy sector, fire protection of thermal power plants.

Вся история человеческого прогресса тесно связана с энергетикой, которая приобрела еще большее значение в современном обществе. Электроэнергетический сектор формирует основу промышленной мощи страны, и его развитию в России уделяется большое внимание. Эта отрасль сосредоточена на производстве электроэнергии, ее транспортировке и последующем распределении. Примечательно, что тепловая энергия вырабатывается на конкретных электростанциях наряду с электрической энергией. Электростанции классифицируются на основе различных критериев.

Как и в глобальном контексте, электростанции в России подразделяются на пять главных видов: тепловые (ТЭС), гидравлические (ГЭС), ядерные (АЭС), солнечные (СЭС) и ветряные (ВЭС). Отличительным аспектом энергетического ландшафта России является наличие двух типов тепловых электростанций: ТЭЦ и ГРЭС. Эта терминология имеет исторические корни и указывает на то, что:

- ТЭЦ, или комбинированная теплоэлектростанция, выполняет двойную функцию, вырабатывая как электрическую, так и тепловую энергию, используя уголь и газ в качестве топлива;
- ГРЭС, или государственная районная электростанция, в основном обеспечивает электроэнергией определенный регион, также используя уголь и газ в качестве топлива.

Если теплоэлектроцентрали вырабатывают значительно больше тепла, чем ГРЭС, то и электроэнергии на ГРЭС вырабатывается значительно больше. Более подробную информацию об их работе можно найти на различных интернет-ресурсах, в частности, на веб-сайте Министерства энергетики Российской Федерации.[1]

Современная электроэнергетика России насчитывает около 600 электростанций, мощность каждой из которых превышает 5 МВт. Общая установленная мощность этих объектов составляет 220 000 МВт. Распределение этой мощности по видам генерации выглядит следующим образом: 21% приходится на гидроэлектростанции, 11% - на атомные электростанции и 68% - на тепловые электростанции. ФСК ЕЭС и Холдинг МРСК эксплуатируют более 500 000 объектов электросетевого хозяйства. Согласно отчетам, РАО "ЕЭС России" владеет примерно половиной ТЭЦ, в то время как остальная часть принадлежит промышленным предприятиям, муниципалитетам или частным компаниям.

Важно подчеркнуть, что важной характеристикой отрасли является высокий возраст применяемых установок. На конец 2012 года средний возраст генерирующего оборудования в России составлял 32,8 года, в то время как установленный срок эксплуатации в отрасли составляет 40 лет. Высокий уровень износа данных агрегатов приводит к увеличению числа несчастных случаев. Например, с января по август 2010 года количество аварий на электростанциях мощностью более 25 МВт выросло на 13% по сравнению с аналогичным периодом 2009 года, увеличившись с 2075 до 2357 инцидентов. Наибольший процент таких аварий приходится на котельное оборудование (42%), за которым следует турбинное оборудование (15%).[2]

В последние годы структура электроэнергетики не претерпела существенных трансформаций, в основном из-за структуры потребления - расход данной энергии в 2013 году оставался на уровне 2012 года. По данным Министерства энергетики Российской Федерации, основными видами топлива, используемого электроэнергетическими компаниями, являются газ (около 70%) и уголь (около 28%). Однако по мере повышения уровня доли угля, уровень доли газа и мазута уменьшается. Данные за 2012 и 2013 годы свидетельствуют о том, что общее распределение выработки электроэнергии оставалось стабильным, при этом основную долю производили тепловые электростанции, за которыми следовали гидроэлектростанции и атомные электростанции.

Электроэнергетика, являющаяся ключевым компонентом топливно-энергетического комплекса страны, включает в себя несколько секторов с высоким уровнем риска, включая переработку, хранение и транспортировку топливно-энергетических ресурсов, а также производство и распределение электроэнергии. В последние годы виден рост числа серьёзных аварий и возгораний на промышленных объектах, приводящих к большим материальным потерям и человеческим жертвам (например, возгорание угольной пыли и последующий пожар на Углегорской ТЭС в Украине, в результате которого были разрушены четыре



энергоблока; пожар на подстанции "Чагино" в Москве; инцидент на Саяно-Шушенской ГЭС; и пожар на ТЭЦ № 3 в Барнауле, среди прочего).

Имеющаяся статистика показывает, что большая часть возгораний происходит на тепловых электростанциях (ТЭЦ), и только 5% - на гидроэлектростанциях.

В Приказе РАО "ЕЭС России" подчеркивается, наиболее серьезные последствия горения, сточки зрения ущерба, а также безопасности сотрудников, наблюдаются на тепловых электростанциях., где существует высокая концентрация опасных производственных составляющих. Эти объекты содержат большой объем горючих материалов и легковоспламеняющегося оборудования, которые могут выступать в качестве потенциальных очагов горения, таких как электрооборудование, заполненное маслом, кабельные системы, масляные системы для турбогенераторов, системы водородного охлаждения генераторов, оборудование для подачи масла, топливные насосы и резервуары для хранения. Данные за период с 2005 по 2011 год показывают, что на российских тепловых электростанциях произошло 136 пожаров, в результате которых прямой ущерб превысил 11,536 млн рублей. Мы рассмотрим причины и развитие этих чрезвычайных ситуаций более подробно в соответствующем разделе.[3]

РАО ЕЭС России по согласованию с Главным управлением государственной противопожарной службы Министерства по чрезвычайным ситуациям России утвердило перечень помещений и зданий на объектах энергетики с указанием их категорий по взрыво- и пожароопасности. Энергетический комплекс включает в себя:

- Объекты категории "А" - к ним относятся легковоспламеняющиеся газы и жидкости с температурой вспышки не более 28°C в количествах, достаточных для образования взрывоопасных парогазовоздушных смесей.
- Объекты категории "В" - к ним относятся горючая пыль или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой воспламенения выше 28°C и легковоспламеняющиеся жидкости, присутствующие в количествах, каких может хватить для создания взрывоопасных пылевоздушных или паровоздушно-воздушных смесей.
- Объекты категории "В" - к ним относятся легковоспламеняющиеся и трудносгораемые жидкости, твердые легковоспламеняющиеся материалы (включая пыль и волокна) и вещества, которые могут гореть при взаимодействии с водой или кислородом воздуха, но не подпадают под категории "А" или "В".

С точки зрения противопожарной защиты, типичная электростанция состоит из множества объектов, каждый из которых обладает своими специфическими характеристиками взрыво- и пожароопасности. Для разработки эффективной стратегии предотвращения аварийных ситуаций важно тщательно описать процессы выработки электроэнергии и все связанные с ними технологические мероприятия. Давайте рассмотрим ключевые процессы, связанные с этим.

Тепловые электростанции (ТЭС) являются основой производства электроэнергии в России, на их долю приходится 68% от общей установленной мощности, как упоминалось ранее. Большинство тепловых электростанций - это паровые электростанции (которые подробно описаны в других разделах). Среди паровых электростанций наиболее распространенными и перспективными являются те, которые используют газ, мазут и твердое топливо. Учитывая, что запасы угля намного превышают запасы нефти и газа, уголь

рассматривается как наиболее перспективный вариант. Этому также способствует высокий КПД тепловых электростанций, работающих на пылеугольном топливе, который в среднем составляет более 45%.

При проектировании системы противопожарной защиты объектов электроэнергетики важно учитывать следующие возможности:

- Обнаружение возгораний с помощью технических устройств (пожарных извещателей) и систем сигнализации в энергоблоках электростанции и других технологических зонах;
- Получение оповещений от портативных извещателей, размещенных по всей территории объекта;
- Подача управляющих сигналов для систем пожаротушения;
- Отправка управляющих сигналов в систему аварийного оповещения и управления эвакуацией (ЕТS) персонала в случае пожара;
- Передача сигналов для отключения технологического оборудования электростанций;
- Отображение состояния системы в режиме реального времени на панели управления электростанции.

Как упоминалось ранее, важно понимать, что объекты электроэнергетики обладают уникальными характеристиками. Универсальных решений не существует; к каждому объекту требуется индивидуальный подход. Поэтому проекты противопожарной защиты должны разрабатываться высококвалифицированными специалистами, обладающими подтвержденным опытом и глубоким пониманием специфики и нюансов отрасли. Кроме того, важно учитывать существенные различия в условиях пожара на этих объектах, например, связанные с угольной пылью, по сравнению с типичными сценариями. Это включает в себя длительное тление скопившейся пыли и возможность возникновения внезапных аварийных ситуаций, даже если кажется, что все процессы функционируют нормально.

### Список литературы

1. Аксенов С.Г., Курочкина А.С., Губайдуллина И.Н. Анализ и оценка последствий чрезвычайных ситуаций, связанных с пожарами на промышленных предприятиях // Грузовик. 2022. №9. С. 41-43.
2. Аксенов С.Г., Гайзетдинова А.М. Анализ и оценка обеспечения пожарной безопасности на предприятиях пищевой промышленности на примере предприятий по изготовлению сиропа // Экономика строительства. 2023. № 6. С. 30-33.
3. Пожарная безопасность объектов энергоснабжения [Электронный ресурс] URL: <https://ervist.ru/support/publikatsii/item/324-pozharnaya-bezopasnost-obektov-energосnabzheniya.html> (Дата обращения 15.10.2024).

### References

1. Aksenov S.G., Kurochkina A.S., Gubaidullina I.N. Analysis and assessment of the consequences of emergency situations related to fires at industrial enterprises // Truck. 2022. No.9. pp. 41-43.

2. Aksenov S.G., Gazetdinova A.M. Analysis and assessment of fire safety at food industry enterprises on the example of syrup manufacturing enterprises // The economics of construction. 2023. No. 6. pp. 30-33.
  3. Fire safety of power supply facilities [Electronic resource] URL: <https://ervist.ru/support/publikatsii/item/324-pozharnaya-bezopasnost-obektov-energосnabzheniya.html> (Accessed 10/15/2024).
-